ENTOMOLOGY LIBRARY
12 OCT 1954
e.s.a.119
EXD

AGRONOMIA TROPICAL

REVISTA DEL

INSTITUTO NACIONAL DE AGRICULTURA

Maracay - Venezuela

Vol. II. Julio - Septiembre 1952 Nº 2.

SUMARIO

Pág.

G. Malaguti y R. E. Pontis Videla. — La podredumbre de las raíces del Aguacate (*Persea Americana* Mill) 77

K. Saposhnikova. — Cambios de la acidez y de los hidratos de carbono durante el crecimiento y la maduración de las frutas de Cacao 83

W. S. Iljin. — Microelementos en las plantas forrajeras 91

Notas:

F. Gómez Alvarez y A. Torrellas. — Aspersiones de miel final de la industria en plantaciones de caña de azúcar y su efecto en el rendimiento 113

H. Zerpa y H. Villalobos. — Gramínea forrajera nueva en Venezuela, para la instalación de potreros, *Brachiaria decumbens* 117

Información y Noticias: Sexto Congreso Internacional de tierras de pastoreo. III Asamblea General de la Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza 123

Resúmenes bibliográficos 125

Fichas bibliográficas 127

Ministerio de Agricultura y Cría

DIRECTOR DEL INSTITUTO:

AGUSTÍN DUPUY

CONSEJO DE REDACCION DE LA REVISTA:

Presidente:

LUIS J. MEDINA

Vocales:

S. HOROVITZ y
F. FERNÁNDEZ YÉPEZ.

DIRECCION DE LA REVISTA:

Edificio Nº 1
Instituto Nacional de Agricultura
Maracay - Venezuela.
Se agradece canje.
Exchange appreciated.

Cada autor es responsable de los conceptos contenidos en su trabajo.

AGRONOMIA TROPICAL

REVISTA DEL

INSTITUTO NACIONAL DE AGRICULTURA

Maracay - Venezuela

Impreso por CROMOTIP, C. A. — Caracas. Teléfono: 85.454

DIRECTOR DEL INSTITUTO:

AGUSTÍN DUPUY

CONSEJO DE REDACCION DE LA REVISTA:

Presidente:

LUIS J. MEDINA

Vocales:

S. HOROVITZ y
F. FERNÁNDEZ YÉPEZ.

DIRECCION DE LA REVISTA:

Edificio Nº 1
Instituto Nacional de Agricultura
Maracay - Venezuela.
Se agradece canje.
Exchange appreciated.

Cada autor es responsable de los conceptos contenidos en su trabajo.

AGRONOMIA TROPICAL

VOL. II JULIO - SEPTIEMBRE 1952 No. 2

634 . 653 : 632 . 4

LA PODREDUMBRE DE LAS RAICES DEL AGUACATE (*PERSEA AMERICANA* MILL.) EN VENEZUELA

por

GINO MALAGUTI

y

RAFAEL E. PONTIS VIDELA *

Desde hace tiempo se observa en los aguacatales de las diversas regiones del país una enfermedad que ataca con preferencia a las raíces, causando graves daños.

En la región de El Tocuyo y Sanare (Edo. Lara) se pueden estimar en 20.000 el número de aguacates de los cuales más de una tercera parte se han perdido. En una gran plantación en la zona de El Pilar (Carúpano) murieron más del 60% de los árboles. En esta última región se ha intentado emplear el aguacate como sombrío en los cacaotales, en sustitución de los bucares muertos; pero se han perdido en gran parte por la podredumbre de las raíces. Por la misma causa están muriéndose los aguacates en el ambiente húmedo y con riego de los cacaotales de Choroní, Chuao y Ocumare de la Costa.

La enfermedad es causada por el hongo *Phytophtora cinnamomi* RANDS; siendo ésta la primera vez que se señala en Venezuela tanto la enfermedad como su agente causal. Fué señalada por primera vez en el mundo por TUCKER en 1928 en Puerto Rico (9), y se le ha encontrado después en Sud Africa (12); Estados Unidos (12); Perú (3), (1), (5), y Honduras (11).

La enfermedad está muy difundida en el país y se ha observado en las siguientes zonas:

* División de Fitopatología, Instituto Nacional de Agricultura, Maracay.

Los autores agradecen al Dr. Diego Serpa, Jefe de la Sección de Fruticultura del I. N. A., la colaboración por facilitar las plantas de aguacate utilizadas en este estudio.

Sanare y El Tocuyo (Edo. Lara); Mene Grande y Cabimas (Edo. Zulia); Cumanacoa, El Pilar (Edo. Sucre); zonas del Río Tuy y Barlovento (Edo. Miranda), y San Casimiro, San Sebastián, Ocumare de la Costa, Choroní y Chuao (Edo. Aragua). Se desarrolla comúnmente en terrenos arcillosos, con mal drenaje e inundables. especialmente en los ambientes climáticos de alta humedad relativa y donde las lluvias son abundantes, probablemente por facilitar el crecimiento lento pero constante del hongo, más que por crear condiciones de susceptibilidad de las plantas.

SINTOMATOLOGIA

Los síntomas son semejantes a los descriptos por otros autores (1), (5), (3), (12).

La enfermedad puede presentarse en dos formas características: en una, las plantas sufren una muerte rápida caracterizada por una clorosis poco pronunciada, seguida por un marchitamiento repentino, quedando las hojas adheridas al árbol con aspecto de haber sido chamuscadas por el fuego. En la otra, que es la más corriente observada en el país, el árbol sufre un decaimiento paulatino, caracterizado por la muerte de las extremidades de una o varias ramas, la que progresa hacia abajo; las hojas se marchitan tomando un color castaño amarillento, y cuelgan de la planta un tiempo, cayendo posteriormente. El árbol muere lentamente, entre los 8 y 15 meses después de la aparición de los primeros síntomas.

En las plantas que sufren la muerte rápida, se observa en la raíz principal cerca del cuello, así como en las raíces secundarias, cancros en el cilindro central de color castaño claro, que pueden llegar a rodear las raíces. Acompañando a estas lesiones se pueden hallar raicillas infectadas, descoloridas o muertas.

En los árboles que sufren el decaimiento lento es muy raro encontrar las raíces principales atacadas. Las raicillas se encuentran muertas o infectadas con áreas descoloridas en el cilindro central y en parte podridas (Fig. 1, B).

ETIOLOGIA Y PATOGENECIDAD

De las lesiones de las raicillas, así como de las raíces principales, siguiendo el método descrito por CRANDALL (3), se aisló repetidas veces un hongo, que por sus características morfológicas y fisiológicas se ha identificado como *Phytophthora cinnamomi* RANDS. (4), (10), (12). Esta especie, desde que fué señalada como agente causal de cancros de *Cinamomun Burmanni* BL. en Sumatra en 1922, se la ha aislado de muchas plantas (4), (8), (12), a saber: *Castanea sativa* MILL.; *Persea americana* MILL.; *Castanea dentata* (MARSH) BORKH.; *C. mollissima* BLUME; *C. crenata* BLUME; *Taxus cuspidata* SIEB. y

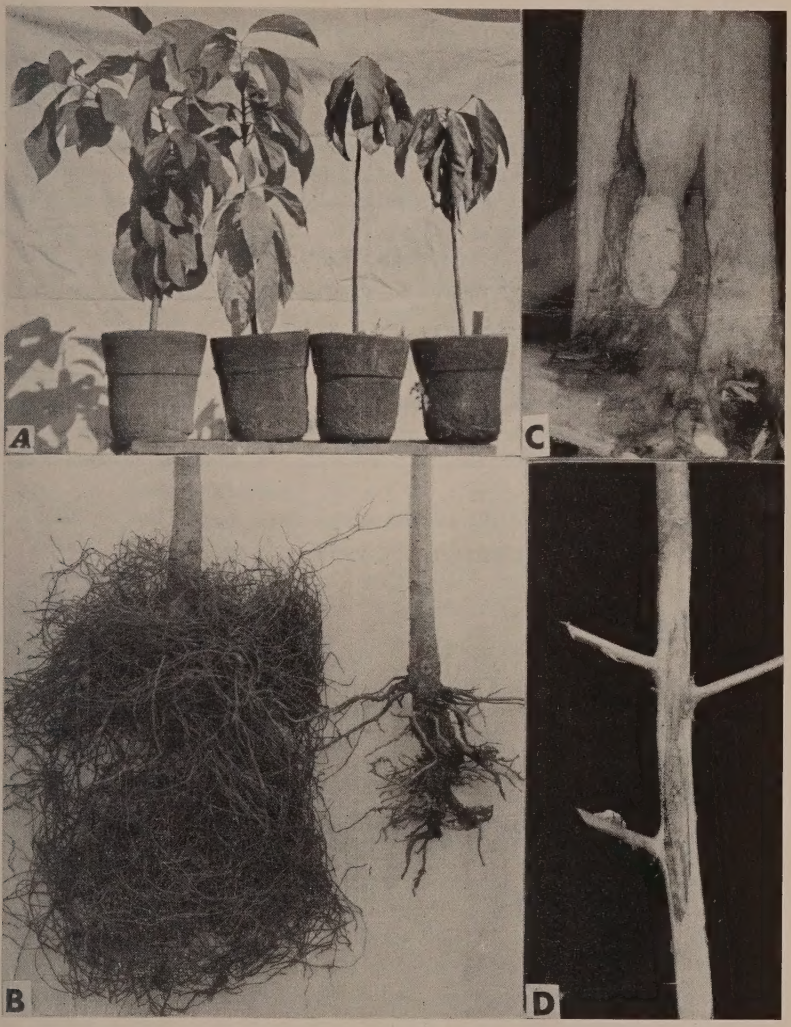

Fig. 1. — Pruebas de patogenicidad:
A: Dos plantas en terreno inoculado (a la derecha) y dos testigos.
B: El sistema radicular de dos plantas de A; una en terreno inoculado (a la derecha) y una testigo.
C y D: Inoculaciones en plantas de 5 años de edad; en el cuello (c) y en el tallo (d).

Zucc.; *Picea abies* L.; *Pinus resinosa* Ait.; *P. sylvestris* L.; *Picea pungens* Engelm.; *Juglans nigra* L.; *J. regia* L.; *Betula papyrifera* Marsh.; *Quercus borealis* Michx.; *Q. montana* Willd.; *Q. alba* L.; *Platanus orientalis* L.; *Robinia pseudo-acacia* L.; *Rhododendron californicum* Hook; *R. carolinianum* Rehd.;*R. ponticum* L.; *Erica* sp.; *Erica hyemalis* Nichols; *E. nivalis* Andr.; *E. Willmorei* Knowles y Westc.; *Citrus aurantium* L.; *Ananas comosus* (L.) Merr.; *Calycanthus floridus* Linn.; *Salix caprea* Linn; *Phaseolus lunatus* Linn.; *Spiraea cantoniensis* Loureira; *Schinus Molle* Linn.; *Sedum* sp.; *Ligustrum lucidum* Art.; *Lycopersicum esculentum* Mill.; *Eucaliptus rostrata; Pittosporum tobira* y *Cinchona pubescens* Vahl.

CUADRO Nº 1. — Resultado de inocular plantas de aguacate de 1 año de edad, en macetas, con *Phytophthora cinnamomi* Rands. A: Plantitas inoculadas en el cuello. B: Inoculación efectuada en el suelo.

Prueba	Tratamiento	Fecha de inoculación	Nº de plantas tradas	Plantas con síntomas después de meses						Total plantas enfermas
				2	3	4	5	6	7	
A	Inoculadas	23-8-51	5	0	2	0	1	1	1	5
"	Testigo	"	5	0	0	0	0	0	0	0
B	Inoculadas	7-3-52	10	2	3	1	2	1		9
"	Testigo	"	10	0	0	0	1	0		1

Como la mayoría de las especies de *Phytophthora*, ésta se desarrolla muy bien en los medios comunes de cultivo. En agar papa, la colonia tiene en general un aspecto compacto, con bordes no definidos y abundantes hifas aéreas; el micelio es muy toruloso y con vesículas de forma globosa, esférica o piriforme. No forma zoosporangios en los medios sólidos, pero en medio líquido siguiendo el método de Mehrlich (7) los produce fácilmente y algunos con papilas no muy pronunciadas, ratificando la observación de éste, de que, la ausencia o presencia de papila parece ser un carácter variable en esta especie, siendo por consiguiente de valor sistemático dudoso. Tienen un tamaño de 53,3 micrones de largo por 30,9 micrones de ancho, promedio de 300 lecturas. forma clamidosporos de forma esférica, ovalados o piriformes, con gran facilidad; a veces reunidos en racimos llevados por una hifa gruesa y corta; de 33,2 micrones de diámetro, promedio de 100 lecturas, en agar papa.

Los resultados de las pruebas de patogenicidad se resumen en el Cuadro Nº 1. En la prueba A, realizada en plantas de un año, en macetas, se aplicó en el cuello un poco de agar papa con micelio cubriendo luego con algodón humedecido. En la prueba B, se inoculó el terreno de las macetas, colocando en un hueco a unos 10 cms. de la planta, un poco de granos de trigo en que se había cultivado el hongo. Se llevó el mismo número de plantas testigos, empleando agar y granos de trigo estériles en cada caso (Fig. 1, A, B). Al cabo de cinco meses, las plantas inoculadas mostraban síntomas de la enfermedad; en el lote testigo apareció una planta enferma seguramente porque el organismo estaba en el suelo, pues se utilizó suelo sin esterilizar.

Por otro lado el 28 de enero de 1952, se hicieron inoculaciones en el campo en plantas de 5 años de edad en el tercio inferior del tallo y en el cuello, empleando el método de KLOTZ y FAWCETT (6), dejando el mismo número de árboles testigos (Fig. 1, C. D). Los resultados de esta experiencia se dan en el cuadro Nº 2.

CUADRO Nº 2. — Resultado de inocular plantas de 5 años en el campo con *Phytophthora cinnamomi* RANDS., el 28 de enero de 1952.

Lugar de la inoculación	Número de plantas	Plantas con síntomas a los 45 días
Tallo	5	5
Testigos	5	0
Cuello	10	10
Testigos	10	0

El organismo se reaisló de las plantas inoculadas, en las diferentes pruebas, así como del suelo, empleando en este último caso el método de CAMPBELL (2); demostrándose de tal manera que el hongo *Phytophthora cinnamomi* RANDS. es el agente causal de la podredumbre de las raíces del aguacate.

RESUMEN

Se señala por primera vez la presencia de *P. cinnamomi* en Venezuela, como agentes causal de la podredumbre de las raíces del aguacate. La enfermedad es grave y está difundida en muchas regiones, especialmente en las muy húmedas y en los suelos arcillosos o con mal drenaje externo o interno. Las experiencias probaron el parasitismo del hongo.

SUMMARY

An avocado root rot due to *Phytophthora cinnamomi* is reported for the first time in Venezuela. The disease is very serious in many regions, specially in the humid, and foggy ones and in the clay and poorly drained soils. Pathogenicity tests proved the parasitism of the fungus.

BIBLIOGRAFIA

1.—Bazán de Segura, C.—1951.
La enfermedad de los paltos de chanchamayo. Bol. Nº 42. Cent. Nac. Inv. Exp. Agr. La Molina.

2.—Campbell, W. A.—1949.
A method of isolating Phytophthora cinnamomi directly from soil. Plant Dis. Reptr. 33 : 134-135.

3.—Crandall, B. S.—1948.
Phytophthora cinnamomi root rot of avocados under tropical conditions. Phytopath. 38 : 123-130.

4.—Frezzi, M. J.—1950.
Las especies de Phytophthora en la Argentina. Rev. Invest. Agric. 4 : 47-134.

5.—Guzmán, V. B.—1951.
El problema de los paltos en chanchamayo. Informe Nº 73. Cent. Nac. Inv. Exp. Agric. La Molina.

6.—Klotz, L. J., y H. S. Fawcett.—1930.
The relative resistance of varieties and species of Citrus to Pythiacystis gummosis and other bark diseases. Jour. Agr. Res. (U. S.) 41 : 415-425.

7.—Mehrlich, F. P.—1935.
Nonsterile soil leachate stimulating to zoosporangia production by Phytophthora sp. Phytopath. 25 : 432-435.

8.—Thomson, A.—1940.
Notes on plant diseases in 1939. Malayan Agr. Jour. 28 : 400-407.

9.—Tucker, C. M.—1928.
Report of the plant pathologist.—P. Rico (Mayaguéz) Agr. Exp. Sta. Rept. 1927 : 25-27.

10.———————1931.
Taxonomy of the genus Phytophthora de Bary.—Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 153 : 1-208.

11.—Zentmeyer, G. y W. Popennoe.—1951.
Phytophthora cinnamomi on avocado in Honduras.—Plant. Dis. Reptr. 35 : 25.

12.—Wager, V. A.—1942.
Phytophthora cinnamomi and wet soil in relation to the dying-back of avocado trees. Hilgardia 14 : 519-532.

633.74 : 581.3 : 577.1

CAMBIOS DE LA ACIDEZ Y DE LOS HIDRATOS DE CARBONO DURANTE EL CRECIMIENTO Y LA MADURACION DE LAS FRUTAS DEL CACAO

por
Kira Saposhnikova (*)

El presente trabajo constituye la primera de las investigaciones sobre la naturaleza bioquímica de los cacaos venezolanos. Claro está que el principio en este dominio debe basarse en el estudio de los componentes primarios como los hidratos de carbono, y también en el de la acidez, por ser ésta el medio en el cual se verifican los procesos bioquímicos.

Los estudios se efectuaron en diversos grados de maduración de las frutas de un mismo árbol y sobre las distintas partes de las mismas. Los árboles fueron escogidos en Ocumare de la Costa, entre los que tuvieron características de sus frutos (mazorcas) más diversas posibles.

Además de las características bioquímicas se estudiaron también los cambios de los pesos de las frutas durante los procesos de crecimiento y maduración. Los mismos estudios nos enseñaron que el aumento del peso de las frutas durante el crecimiento y la maduración depende en gran parte del aumento de la concha (véase cuadro 1). Los pesos relativos de la concha y de las semillas varían de un cacao a otro. Las mazorcas verrugosas de color amarillo verde, es decir, las del cacao más cercano al tipo criollo, tienen el peso relativo de las semillas más alto que las de los demás cacaos. Esta propiedad hace que este cacao tenga más materia aprovechable y menos desecho que los demás tipos. El peso relativo de las semillas del cacao más cercano al tipo criollo es de un 27% y por lo tanto el de la concha de un 73%. Las mazorcas lisas de color rojo-violáceo tienen los pesos relativos de las semillas y de la concha correspondientes a 19 y 81%.

(*) Doctora en Ciencias Biológicas al servicio de las Divisiones del Cacao y Química, I.N.A., Dirección de Agricultura, Ministerio de Agricultura y Cría.

Los estudios bioquímicos comprobaron que la acidez activa (pH) puede caracterizar el estado de maduración de la fruta. Aquí el dato más característico es el pH de la pulpa que cubre la almendra el cual experimenta muchos cambios: (véase cuadro 2). En el cacao no maduro tiene valores entre 4 y 5; al madurar la acidez aumenta progresivamente y llega en la pulpa madura a aproximadamente 3,5. La presencia de una elevada acidez y de mucha humedad crea condiciones favorables para los procesos hidrolíticos, como veremos más adelante.

CUADRO 1. — *Pesos de las diferentes partes de frutas de cacao durante la maduración* (*)

MUESTRAS	Cacao Nº 3, con mazorcas verrugosas de color amarillo-verde.				Cacao Nº 6 con mazorcas lisas de color violáceo-rosado-amarillo.	
Grado de madurez	no maduro	casi maduro	maduro	muy maduro	no maduro	maduro
Pesos absolutos.						
mazorca	489,5	607,5	589,5	581,1	587,4	494,0
concha	284,5	427,4	412,1	423,7	435,0	400,5
semillas con pulpa ..	205,0	180,1	177,4	157,4	152,4	93,5
pulpa	115,8	92,8	94,2	87,5	95,6	41,6
semillas sin pulpa ...	89,2	87,3	83,2	69,9	56,8	51,9
Porcentaje de pesos en la mazorca.						
concha	58,1	70,4	69,9	72,9	74,1	81,1
semillas con pulpa ..	41,9	29,6	30,1	27,1	25,9	18,9
pulpa	23,7	15,3	16,0	15,1	16,2	8,4
semillas sin pulpa ...	18,2	14,3	14,1	12,0	9,7	10,5
Relación entre los pesos de pulpa y semillas.						
pulpa	56,5	51,6	53,1	55,7	62,5	44,5
semillas	43,5	48,4	46,9	44,3	37,5	55,5

(*) Presentamos datos sólo de dos distintos cacaos más típicos.

La acidez activa de la concha en la mazorca tierna corresponde a un pH de 6 y en el cacao maduro al pH 5.5. En las semillas, la acidez activa es más

CUADRO 3. — *Cambios en los hidratos de carbono.*

Cacao Nº	3 *)				4		6	
Grado de madurez	no maduro	casi maduro	maduro	muy maduro	no maduro	maduro	no maduro	maduro
**) *Azúcares reductores.*								
concha	8,33	7,00	9,16	5,53	17,82	15,27	8,37	7,99
pulpa	26,12	39,95	45,59	44,30	26,12	40,10	18,90	37,03
semillas	2,91	2,51	3,01	2,19	4,63	1,14	1,47	0
Sacarosa.								
concha	1,52	0	0	2,27	3,37	5,56	3,62	4,86
pulpa	27,61	23,38	22,81	22,45	24,17	18,50	22,83	20,60
semillas	0	0,24	0,24	0,67	3,00	0,20	1,12	3,73
Sacáridos totales.								
concha	9,85	7,00	9,16	7,80	21,19	20,83	11,99	12,85
pulpa	53,73	63,33	68,40	66,75	50,29	58,60	41,63	57,63
semillas	2,91	2,75	3,25	2,86	7,63	1,34	2,59	3,73
Polisacáridos.								
concha	11,58	12,68	13,51	10.00	11,61	10,28	14,12	11,86
pulpa	3,69	0	0	0	0	0	4,05	0
semillas	9,33	8,70	9,88	8,57	6,12	16,64	12,84	12,90
Hidratos de carbono totales.								
concha	21,43	19,68	22,67	17.80	32,80	31,11	26,11	24,71
pulpa	57,42	63,33	68,40	66,75	50,29	58,60	45,78	57,63
semillas	12,24	11,45	13,13	11,43	13,75	17,98	15,43	16,63

*) 3, de mazorcas verrugosas de color amarillo-verde.
4, de mazorcas lisas de color violáceo-rosado-amarillo.
6, de mazorcas lisas de color violáceo-rosado-amarillo.

**) % en base seca.

CUADRO 2. — *Acidez durante la maduración.*

Cacao Nº	Grado de la madurez	Color de las semillas	pH pulpa	pH semillas
1	no maduro	violáceo	3,9	6,6
	casi maduro	violáceo	3,4	6,5
	maduro	violáceo	3,3	6,4
2	no maduro	incoloro	4,4	5,6
	no maduro	incoloro	4,3	6,2
	no maduro	violáceo	4,0	6,2
	casi maduro	violáceo	3,5	6,5
	maduro	violáceo	3,4	6,5
	muy maduro	violáceo	3,3	6,5
2-a	no maduro	incoloro	5,2	6,1
	no maduro	incoloro	4,8	6,2
	no maduro	violáceo claro	4,3	6,3
	no maduro	violáceo claro	4,0	6,3
	no maduro	violáceo	4,0	6,3
	casi maduro	violáceo	3,7	6,3
	maduro	violáceo	3,5	6,5

		pH		
		concha	pulpa	semillas
3	no maduro	6,0	4,3	6,7
	casi maduro	5,8	3,7	6,8
	maduro	5,7	3,5	6,6
	muy maduro	5,5	3,4	6,6
4	no maduro	5,7	4,3	6,4
	maduro	5,6	3,8	6,4
5	no maduro	6,0	4,5	6,5
	maduro	5,4	3,6	6,3
6	no maduro	6,1	4,3	6,1
	maduro	5,8	3,8	6,7

baja que en las demás partes de la fruta. El pH de las semillas verdes (muy jóvenes) es de 6.0 y de las semillas maduras de 6.5, aproximadamente, es decir casi neutro, lo que favorece los procesos que se desarrollan en el fruto.

En un trabajo anterior [1] se señaló que en la literatura existen varias publicaciones de otros países relativas a los hidratos de carbono del cacao. De especial interés es el trabajo de HUMPHRIES [2] sobre estudios fisiológicos del cacao en Trinidad, en el cual el autor señala los cambios de la composición química durante el crecimiento.

Los presentes estudios trataron sobre el contenido de los hidratos de carbono, comprendiendo azúcares reductores, sacarosa, polisacáridos (que hidrolizan con ácido clorhídrico al 2%, dejándolos por 3 horas a la temperatura de 100°C.) durante el crecimiento y la maduración.

En la concha de la mazorca el porcentaje de azúcares reductores, sacarosa y polisacáridos se forma en el cacao verde (tierno), y durante la maduración ocurren solamente aumentos generales, paralelos con el derivado del crecimiento de la mazorca (véase cuadro 3). Respecto a los diversos tipos de cacao, el contenido de hidratos de carbono en la concha presenta grandes diferencias. La concha de las mazorcas verrugosas tiene un 18% y la de los otros cacaos hasta 30%, ambos en base seca.

La pulpa que cubre las almendras es la parte de la fruta que contiene mayor cantidad de hidratos de carbono que a veces pasan de 60%. Durante el crecimiento y la maduración se verifican cambios importantes, tanto respecto a los hidratos de carbono totales como a los diversos grupos de éstos. Los sacáridos más típicos de la pulpa son los azúcares reductores. Su contenido en la pulpa de las frutas verdes es relativamente bajo, pero durante el período de crecimiento y maduración aumenta y llega en la fruta madura a cerca de 40%. El contenido de sacarosa en la pulpa de las frutas verdes es grande (como 25%), pero durante el crecimiento y la maduración disminuye, y se caracteriza en la pulpa de las frutas maduras por valores bajos. En cuanto a los polisacáridos, éstos ocurren sólo en la pulpa de frutas muy tiernas y en cantidades muy pequeñas, pero desaparecen en la maduración y en plena madurez. Así, el contenido total de los hidratos de carbono en la pulpa virtualmente es igual a la de los sacáridos totales.

Comparando el aumento del porcentaje de los azúcares reductores en rela-

(1) SAPOSHNIKOVA, K.—1951.—"Las variaciones en el grupo de los hidratos de carbono durante la fermentación del cacao de Venezuela".—Agronomía Tropical, I, 175. Maracay, Venezuela.

(2) HUMPHRIES, E.—1941.—"Studies in the physiology of Theobroma Cacao Research. 1940". Trinidad, 12.

ción con la sacarosa con los cambios del pH (cuadro 4) durante la maduración, se ve que el descenso del pH, es decir, el aumento de la acidez activa, corresponde a la intensificación de los procesos hidrolíticos. En la pulpa de las frutas tiernas el pH es más alto, o la reacción es más alcalina, y la hidrólisis menos intensa, lo que se manifiesta en un contenido más bajo de azúcares reductores. En la pulpa de las frutas maduras, el pH es más bajo, (la acidez más elevada) y la hidrólisis es más intensa, lo que se traduce en un contenido mayor de azúcares reductores. El aumento de la acidez activa crea así condiciones más favorables para la hidrólisis.

CUADRO 4. — *Pesos relativos de los sacáridos y pH en la pulpa de los distintos cacaos.*

Grado de madurez	Relación entre los sacáridos %		pH
	Azúcares reductores	Sacarosa	
Cacao Nº 1.			
no maduro	34,0	66,0	3,9
casi maduro	47,3	52,7	3,4
maduro	78,1	21,9	3,3
Cacao Nº 3.			
no maduro	48,6	51,4	4,3
casi maduro	63,1	36,9	3,7
maduro	66,6	33,4	3,5
muy maduro	66,4	33,6	3,4
Cacao Nº 5.			
no maduro	45,3	54,7	4,3
maduro	64,3	35,7	3,8

Por supuesto, no se puede confirmar con toda seguridad que la acidez es el factor principal para la regulación de las reacciones hidrolíticas y sintéticas, pero sí se puede afirmar que la acidez activa combinada con una elevada humedad como la que tiene la pulpa, favorece la hidrólisis.

Tomando en consideración el contenido de hidratos de carbono en los distintos cacaos, vemos que la pulpa de las mazorcas verrugosas es muy rica en sacáridos, que llegan hasta un 69% en base seca. La pulpa de los cacaos de otros tipos de mazorca tienen menos sacáridos totales. Se ve así que la pulpa

del cacao más cercano al criollo venezolano tiene el mayor porcentaje de sacáridos totales. Esta riqueza en sacáridos debe tener gran importancia en la fermentación. Es de suponer que las substancias que se forman durante la fermentación alcohólica, y después en el proceso de la oxidación del alcohol, tengan gran influencia en la formación del sabor y del aroma del cacao fermentado.

Las almendras sin pulpa se caracterizan por la casi ausencia de sacáridos. El cacao de mazorcas verrugosas contiene en las semillas mayor cantidad de azúcares reductores que todos los otros cacaos. En las semillas durante la maduración, vemos la tendencia para procesos sintéticos, los cuales se distinguen por la disminución de los azúcares reductores y el aumento de polisacáridos y sacarosa, lo que concuerda perfectamente con el bajo grado de humedad y la reacción casi neutra.

CUADRO 5. — *Humedad y materia seca durante la maduración.*

		Humedad %			Materia seca %		
Caso Nº	Grado de madurez	concha	pulpa	semillas	concha	pulpa	semillas
3	no maduro	86,8	85,9	52,3	13,2	14,1	47,7
	casi maduro	87,2	77,8	33,5	12,8	22,2	66,5
	maduro	86,9	80,7	36,3	13,1	19,3	63,7
	muy maduro	86,8	80,0	34,6	13,2	20,0	65,4
4	no maduro	86,6	88,2	52,8	13,4	11,8	47,2
	maduro	85,6	80,3	40,5	14,4	19,7	59,5
5	no maduro	85,9	90,4	—	14,1	9,6	—
	maduro	84,2	77,3	36,3	15,8	22,7	63,7
6	no maduro	86,6	84,5	48,7	13,4	15,5	51,3
	maduro	85,8	78,4	36,9	14,2	21,6	63,1

Los estudios sobre la materia seca (véase cuadro 5) de frutas de cacao comprobaron que en la concha asciende a alrededor de 13% y no cambia durante la maduración. La materia seca de la pulpa aumenta ligeramente durante el crecimiento y la maduración, y llega en las frutas maduras a un 21%. La materia seca de las almendras sin pulpa aumenta durante el crecimiento y la maduración, y llega en la madurez completa a valores entre 59,5 y 65,0%.

CONCLUSIONES

1.—El estado de maduración de la fruta caracteriza la acidez activa (pH). Es más característico el pH de la pulpa que experimenta muchos cambios durante el período del crecimiento llegando en la pulpa madura a aproximadamente 3,5. La presencia de una elevada acidez y de mucha humedad crea condiciones favorables para los procesos hidrolíticos.

2.—Durante el crecimiento y la maduración se nota en la pulpa una tendencia mayor hacia los procesos hidrolíticos; los polisacáridos desaparecen completamente, el contenido de sacarosa disminuye y al contrario, el porcentaje de los azúcares reductores aumenta mucho. La pulpa del cacao más cercano al auténtico tipo criollo tiene mayor contenido de sacáridos que la de los otros cacaos y llega hasta 69% en base seca.

3.—En la almendra, durante la maduración, se desarrollan los procesos sintéticos y las almendras maduras (sin pulpa) se caracterizan por la casi ausencia de azúcares reductores y por la presencia de polisacáridos.

4.—La concha de mazorcas no experimenta grandes cambios en los hidratos de carbono durante la maduración.

SUMMARY

The pH changes characteristically with the state of maturity of the cocoa fruit. This is particularly true in the case of the pulp which surrounds the kernels and in which the changes of pH are very pronounced. In the unripe fruit, the pulp has pH values between 4 and 5. The acidity then undergoes a progressive increase until the pH reaches a value of aproximately 3,5 in the ripe pulp. The high acidity, together with a high moisture content creates favorable conditions for hydrolytic processes.

The active acidity in the kernels is lower than in the other parts of the fruit. In the unripe kernels the pH is 6 while it increases to aproximately 6,5 in the ripe kernels this value is quite near neutrality and favors synthetic processes.

Among the different parts of the fruit, the pulp covering the kernels has the highest carbohydrate content, sometimes over 60%. During development and ripening of the fruit, a tendency for hidrolytic processes is noted in the pulp: the polysaccharides disappear completely, sucrose decreases while, on the other hand, reducing sugars increase strongly. The highest saccharide content is found in the pulp of those cocoa types that most closely resemble the real "Criollo" type.

The pulp-free kernels are characterized by the almost complete absence of saccharides. During ripening there is a tendency for synthetic processes which

express themselves by a decrease in reducing sugars and an increase in polysaccharides and sucrose. This is in harmony with the low moisture content and an almost neutral pH.

Deseo expresar mi gran agradecimiento por la ayuda prestada para la realización del presente trabajo a los Sres. Dr. Hans Christoffel. Jefe de la División del Cacao: Dr. Daniel S. Ortiz. Jefe de la División de Química; Dr. Oscar Grünwald. Asesor Técnico de la División de Química del MAC. y a mi ayudante Vittorio Pasqualini, quien participó en muchos experimentos y determinaciones químicas.

633 . 2/3 : 581 . 192.

MICROELEMENTOS EN LAS PLANTAS FORRAJERAS

por
W. S. Iljin

Los microelementos son activos en cantidades pequeñas y son indispensables para el desarrollo de las plantas. La falta de uno cualquiera suprime el crecimiento y la formación de frutas y semillas, provoca la muerte de tejidos o de toda la planta. Para evitar la enfermedad es suficiente con agregar la cantidad mínima del microelemento en cuestión. Así por ejemplo, las plantas necesitan sólo 0,015 a 0.020 mg. de boro por kilogramo de peso seco; mucho menor es la necesidad de las plantas en molibdeno para el desarrollo normal; solamente 0.00024 mg.

La acción de los microelementos en la nutrición de las plantas ha sido comprobada en la ciencia hace no más de 30 años. Los primeros investigadores consideraban su presencia en la planta como oxidadores o como catalizadores. Así el boro ha sido descubierto en las semillas en 1857 por Wittstein y Apoiger; más tarde en varias frutas, por Cromton (1889) y Callison (1890). La presencia universal del boro en las plantas ha sido comprobada por Hotter (1890-1895) y Jay (1895). Los investigadores franceses Agulhon (1910) y Bertrand (1912) consideraban el boro como un catalizador. Mazé (1914) fué el primero que llegó a la conclusión de la indispensabilidad del boro, pero fueron solamente los trabajos de Warrington (1923) y Brechley y Warrington (1927) quienes comprobaron que el boro es un elemento indispensable para la nutrición de las plantas, opinión ésta afirma por Sommer (1926, 1927).

La enfermedad se acompaña con síntomas externos y con cambio en la estructura de tejidos. Las hojas cambian su color, forma, tamaño, se enrollan, se forman rosetones, aparecen manchas, mueren los tejidos, etc. La literatura se ocupa sobre todo en la descripción de síntomas externos. Según estos síntomas se tiende a determinar, qué elemento falta o está en exceso. Para ciertas

plantas los síntomas estos pueden ser más o menos estables, pero pueden variar mucho en diferentes especies, aunque el elemento que falte sea el mismo.

El contenido de los microelementos en las plantas, varía considerablemente, influyendo distintos factores, como su contenido en el suelo, su solubilidad, reacción del medio, la capacidad de las raíces para absorberlos, etc. También otros elementos pueden influir recíprocamente en su absorción. Según WALLACE y BEAR (1949), existen relaciones constantes entre cationes y aniones en toda la planta. Las variaciones en contenido de ciertos elementos, por ejemplo de potasio o de calcio, influye sobre el contenido de micro y macroelementos; la disminución de potasio se acompaña con disminución de hierro y con aumento de fósforo. El contenido de boro está en íntima conexión con la cantidad de calcio y potasio. Según SMITH y RETHER (1951) el aumento de boro causa la disminución de calcio y aumento del fósforo. WALLACE y BEAR (1949) aumentando el contenido de potasio en el medio nutritivo, lograron bajar considerablemente el contenido de boro en la planta, (de 26 p. p. m. a 10 p. p. m.). Menor contenido de potasio hace el boro más tóxico. Más adelante discutiremos la relación entre manganeso y hierro.

El exceso de cierto microelemento puede producir una enfermedad en la planta y causar síntomas característicos, los cuales se revelan en un desarrollo anormal de todo el organismo o de ciertos órganos: aparecen manchas coloreadas, mueren los tejidos, etc. Sin embargo, en ciertos casos la planta acumula sin daño un máximo de microelementos desarrollándose en forma completamente normal. Un roble de Australia contiene en su ceniza hasta 80 por ciento de aluminio; *Simplocos tinctoria* tiene 13.7% de Al en peso seco. El contenido de boro puede subir en las hojas de remolacha hasta 370 p. p. m. sin ningún daño y en sus raíces hasta 771 p. p. m.; el contenido de cobre alcanza en el pimentón hasta 1.350 p. p. m.: el de zinc, en el tabaco, hasta 2.000 p. p. m., etc.

Muchos microelementos, alrededor de 28 ó 30, se encuentran presentes en las plantas, pero no todos son indispensables para su desarrollo. Numerosas investigaciones comprobaron como indispensables: el boro, zinc, cobre y manganeso; posteriormente ha sido agregado el molibdeno. Algunos investigadores creen que el molibdeno es indispensable sólo para ciertas plantas y no para todas.

ARNON (1933) en sus experimentos con lechuga y tomate, dividió los elementos en cuatro grupos: 1) elementos nutritivos normales con hierro. 2) boro, zinc, cobre y manganeso. 3) molibdeno con otros seis elementos: Ti. V, Cr. W. Co. Ni; 4) Al. As. Cd. Sr. Hg. Pb. Li. Rb. Br. I, Se. Be. La lechuga que recibió sólo el primer grupo de sales, dió 86 gm. de peso fresco; con los grupos 1 y 2 rindió 128 gm.: con los grupos 1, 2, y 3 rindió 1.257 gm.; y con cuatro grupos 1.177 gm. El tercer grupo estimuló una gran producción;

los elementos del cuarto grupo no produjeron aumentos significativos. Por un método de eliminación de elementos, ARNON aclaró, que el enorme aumento, casi 10 veces que provocó el tercer grupo, se debió al molibdeno; la adición de otros 19 elementos a la solución nutritiva no aportó diferencia. Dichos experimentos dieron una razón para incluir al molibdeno entre los elementos indispensables.

De los experimentos descritos no se puede deducir que los otros elementos no son necesarios o útiles en el desarrollo de la planta. No es posible alcanzar la purificación completa de los reactivos, siempre quedan trazas de elementos. Así: con el método de ditizona podemos eliminar plomo, cadmio y mercurio, hasta 0,0001 mg. en 1 ml. Pero es posible que esta cantidad sea suficiente para el desarrollo de la planta. Por eso otros elementos, los cuales se encuentran frecuentemente en las plantas, podrán aparecer como indispensables o útiles para todas las plantas o para algunas de ellas.

En los últimos años muchas investigaciones se ocupan en el estudio del papel de los microelementos en los procesos bioquímicos y fisiológicos de la célula viva. En esta dirección se ha alcanzado un cierto éxito, pero muchos puntos aún no son muy claros. No sabemos en qué compuestos químicos se encuentran en el organismo los microelementos. Se supone que estos compuestos son intermedios, muy inestables y se hallan en cantidades muy pequeñas.

Los trabajos de KEILIN y colaboradores aclararon un papel importante de los microelementos en los procesos enzimáticos. Así por ejemplo, el papel del hierro y cobre en la oxidación. FOLLEY y GRUNBAUM mostraron que el manganeso, cobre y hierro activan la enzima arginasa. Según STUMPF (1945) Mg, Mn, Fe, Co, Ni y Zn, activan la enzima carboxilasa, que cataliza la oxidación del ácido pirúvico al ácido acético y CO_2. La misma reacción enzimática se activa por uno solo o por varios microelementos, los cuales se reemplazan uno a otro completa o parcialmente. El elemento debe ser activo en el metabolismo de la planta, si no no es indispensable ya que se puede reemplazar por otros. Así el potasio se puede reemplazar parcialmente por el sodio en algunas funciones. En esta forma el sodio se comporta como un elemento útil, aunque no es indispensable. El magnesio no es reemplazado en la formación de la clorofila o en la activación de la enzima hexoginasa; pero en la activación de otras enzimas el magnesio es posible que sea reemplazado por otro elemento.

Numerosos estudios se han ocupado de la influencia de los microelementos en la formación de vitaminas en las plantas. MCGARGUE (1924) encontró una correlación positiva entre manganeso y vitamina C; lo mismo encontraron HESTER (1941) y RUDRA (1944). A la influencia favorable del magnesio sobre la formación del ácido ascórbico se refieren muchos investigadores, como BALKS y POMMER (1939), COWART y STERNS (1941), COWART (1942) y otros,

pero otros no obtuvieron resultados positivos, (HAMMER y colaboradores 1942, HAMDALLAH 1939). Los estudios de MAYNARD y colaboradores (1943, 1944, 1945) muestran que el contenido de ácido ascórbico varía mucho, bajo la influencia del estado del tiempo, la humedad, la iluminación, el ciclo de desarrollo, etc. Los individuos de la misma planta, cultivados en condiciones iguales, pueden variar considerablemente.

METODOS

Los microelementos han sido determinados por el método fotocolorimétrico con el spectrofotocolorímetro de Coleman "Model 11 A" según los procedimientos descritos en los manuales: Methods of analysis A.O.A.C., Washington 1945, PIPER (1951), SANDELL (1950).

Además de la determinación colorimétrica, el cobre ha sido determinado por el método yodométrico según SCHROHL y BEGEMAN: (1928 y 1932). Los resultados de dos métodos de determinación coincidieron completamente.

También el zinc se determinaba por dos métodos, colorimétrico y polarográfico, según métodos descritos KOLTHOFF y LINGANE: Polarography. New York, 1946.

1. BORO

Como se indicó anteriormente, el boro ha sido descubierto en las plantas hace más o menos 100 años; su distribución universal la mostraron en 1890-1895 HOTTER y JAY. Pero sólo los trabajos de WARRINGTON (1923), BRENCMLEY (1927) y SOMMER (1927) incluyeron al boro entre elementos indispensables para la nutrición de plantas.

El boro está distribuído en los suelos, pero por lo común en cantidades pequeñas. Los estudios amplios de distribución del boro en los suelos de América los ha hecho WHETSTON y colaboradores (1942). El contenido del boro total es de 4 a 80 p.p.m. y de boro soluble 0,4 a 65 p.p.m., por lo común la mitad de boro está en forma soluble. El se encuentra en las rocas y en los suelos en forma del mineral tourmalina, que no se aprovecha por las plantas.

WARRINGTON (1923) describió detalladamente las anomalías en la construcción de tejidos provocadas por la insuficiencia de boro, como la muerte de los meristemos, el desarrollo débil de raíces, la división irregular de las células, la hipertrofia del cambium, la decoloración del floema y parenquima, desarrollo muy débil del xilema y su destrucción subsiguiente. La descripción detallada de los cambios en la estructura de tejidos, en el caso de deficiencia de boro, la presentaron también SOMMER y SOROKINA (1928) y WALKER (1944). El primer síntoma, imperceptible exteriormente, es el aumento de

CUADRO 1. — *Contenido de boro en plantas forrajeras de Venezuela.*

Nombre científico	Nombre vulgar	Estado	Localidad	Boro p. p. m. de peso seco
		GRAMINEAS		
Panicum maximum JACQ.,	Guinea var. Coloniao	Pre-flor.	Limón, Aragua	6
Panicum maximum JACQ.,	Guinea v. Congiloge	"	"	6
Melinis minutiflora BEAVV.,	Capím melao	"	Tocuyito. Carabobo	7
Cynodón dactylón (L.) PERS.,	Hierba Bermuda	"	Limón, Aragua	7
Paspalum plicatulum MICHX.,	Gamelotillo	"	"	6
Paspalum virgatum L.,	Gramalote	"	"	7
Paspalum corypheum TRIN.,	—	"	"	7
Saccharum spontanum	Caña Uba	"	"	7
Panicum purpurascens RADDI.,	Pará	"	Ureña, Táchira	8
Panicum maximum JACQ.,	Guinea	"	Tocuyito, Carabobo	24
Trochloa balbodes		"	Limón, Aragua	15
Pennisetum purpureum SCHMACHER.,	Elefante	"	"	17
Axonopus micay	Pasto chato	Flor. y Fruct.	"	21
Sorghum bicolor MOENCH.,	Sorgo	" "	"	23
		LEGUMINOSAS		
Clitoria ternatea L.,	Zapatico de la reina	Flor. y Fruct.	Limón, Aragua	13
Teramnus uncinatus SW.,		Pre-florac.	"	23
Vigna vexilata (L.) A. RICH.,	Bejuco marullero	Florac. y Fruct.	"	23
Vigna luteola (JACQ.) BENTH.,	Frijol maravillo	Florac.	"	28
Tephrosia cinerea PERS.		Florac.	"	23
Pueraria phaseoloides BENTH.,	Kudzú tropical	Pre-florac.	San Carlos	24
Indigofera hirsuta LINN.,	Añilito	Florac.	Limón, Aragua	27
Indigofera subulata VAHL EX POIR	Añil cimarrón	Florac.	"	38
Soya máxima L.,	Soya	Florac.	"	32
Galopogonium coeruleum BENTH EX SAUVALLE		Florac.	"	35
Cajanus indicus SPRENG.,	Quinchoncho	Pre-florac.	San Carlos, Cojedes	44
Styzolobium aterrinum	Haba o Tody	Pre-florac.	Limón, Aragua	58

número y de tamaño de las células y la disminución de la diferenciación del meristemo.

Los síntomas exteriores son más o menos constantes en una especie dada, pero varían mucho en distintas especies. Las descripciones detalladas se pueden encontrar en las obras de WALLACE (1951) y KITCHEN (19483. El exceso de boro también provoca la enfermedad de la planta y los síntomas exteriores. Investigaciones amplias con distintas plantas han hecho BRENCHLEY (1914), BLAIR y BROWN (1921). EATON (1944), REUTHER y colaboradores (1949), SMITH y REUTHER (1951) y otros. La mayoría de las especies no revelan los síntomas exteriores, cuando el contenido del boro varía entre 20 y 265 p.p.m. de materia seca vegetal. Pero lo valores cambian de especie a especie y en la misma especie; gran influencia tienen las condiciones de ambiente, o el ciclo de desarrollo. Más adelante vamos a discutir esta cuestión más detalladamente.

La necesidad del boro varía bajo la influencia de otros elementos. Según BECKENBACH (1944) el tomate consume más boro de un medio nutritivo con gran cantidad de nitratos o con pequeña cantidad de fosfatos. En los experimentos de ARENZ y SCHROPP (1940) con *Vicia faba* el aumento del potasio afectaba la producción de materia seca, la formación de los nódulos y la asimilación de nitratos. En cambio, el aumento de potasio en combinación con el boro estimulaba la producción de la cosecha y la asimilación de nitratos. WALLACE y BEAR (1949) encontraron con alfalfa en cultivos en arena, que el aumento de potasio en el medio nutritivo se acompañaba con la acumulación menor de boro; así 10 p.p.m. en vez de 20 p.p.m. o 110 en vez de 155 p.p.m. etc. Simultáneamente el aumento de potasio cambiaba la acción tóxica del boro; cuando el contenido de potasio era pequeño, los síntomas de déficit se revelaban con 26 p.p.m. de boro; can cantidad elevada de potasio los síntomas se revelaban ya con 10 p.p.m. en la hoja. El mismo efecto del potasio lo observaron anteriormente REEVE y SHIVE (1944) en los cultivos de tomates en arena. La gramínea *Secale cereale* no reaccionaba al boro y no revelaba los síntomas de deficiencia bórica.

JONES y SCARSETH (1944) encontraron, que no sólo el potasio, sino también el calcio influyen mucho sobre la absorción y la acción tóxica del boro. La planta sufre por exceso de boro más fácilmente cuando el contenido de calcio es bajo; en cambio, la necesidad de boro de la planta aumenta con el incremento de calcio en el substrato; a los suelos calcáreos se les puede aplicar más boro que a los ácidos.

También el metabolismo del calcio en la planta depende del boro; así BRANCHLEY y WARRINGTON (1927) enseñaron que en ausencia de calcio el boro no se utiliza efectivamente en el metabolismo. MARSH y SHIVE (1943) encontraron correlación positiva entre el boro y el calcio soluble.

Algunos investigadores, como WADLEICH y SHIVE (1939), BECKENBACH (1944), SCRIPTURE y MAC HARGUE (1944) creen que el boro participa en el metabolismo del nitrógeno, pero esta afirmación no ha sido fundada en investigaciones sistemáticas y las conclusiones se apoyan en coincidencias accidentales.

El cuadro 1 muestra el contenido de boro en las plantas forrajeras, cultivadas en Venezuela.

El contenido de boro en este cuadro está expresado en p. p. m. de peso seco. Los valores representan el promedio de varias determinaciones. Las muestras de plantas en su mayoría han sido tomadas del campo experimental de forrajes de la División de Zootecnia en El Limón, Maracay, Edo. Aragua; otra parte ha sido tomada del campo experimental en San Carlos, Edo. Cojedes o en Tocuyito, Edo. Carabobo, de la Sección de Fertilidad de la División de Suelos, Instituto Nacional de Agricultura.

El mínimo del boro se encuentra en las Gramíneas; solamente tres especies tenían más de 20 p. p. m. En cambio en las leguminosas sólo una especie tenía menos de 20 p. p. m. El contenido tan pequeño de boro que se encuentra en la mayoría de las gramíneas, 6 ó 7 p. p. m. provoca ordinariamente en las plantas los síntomas de deficiencia, pero no en las gramíneas. Lo mismo observó BERTRAND y colaboradores (1937, 1941) en un caso de 14 plantas en el cual, las gramíneas tenían de 2, 3 a 5,0 p. p. m. y las leguminosas de 16,5 a 43,0 p. p. m. En el otro caso las monocotiledóneas tenían de 2,3 a 11,5 p. p. m. y las dicotiledóneas de 8 a 95 p. p. m.

GOODALL y GREGORY (1947) dan numerosos datos bibliográficos sobre todo de boro, enseñando de cuántos p. p. m. se manifiestan síntomas de deficiencia y de exceso y también el contenido normal. Pero entre estas plantas son presentadas sólo pocas gramíneas con gran contenido de boro. Así para la cebada se muestra como normal 15-78 p. p. m., para el maíz 27-72 p. p. m., para el sorgo 16-138 p. p. m. y para la avena 6-64 p. p. m. En las dicotiledóneas los síntomas se revelan por debajo de 20 p. p. m. alguna vez cerca de 15 o bien de 30 p. p. m. y para la remolacha ya en 52 p. p. m. WALLACE (1951) estima el contenido normal de boro para la mayoría de las plantas en 30-70 p. p. m. Los límites entre los cuales no se provocan los síntomas ni de deficiencia ni de exceso son muy amplios, según SMITH y RUTHES (1951) de 16 a 386 p. p. m. para las naranjas, el límite superior puede alcanzar 600 y 700 p. p. m. y hasta 3.000 ó 4.000 p. p. m.

La comparación de los datos considerados con los valores obtenidos en Venezuela enseña, que el contenido de boro en las plantas investigadas es bajo y se acerca al déficit.

CUADRO 2. — *Contenido de cobre en plantas forrajeras de Venezuela.*

Nombre científico	Estado	Nombre vulgar	Localidad	Cobre p.p.m. de peso seco
		GRAMINEAS		
Melinis minutiflora BEAVV.,	Capim melao	Pre-florac.	Tocuyito-Carabobo	14
Panicum maximum JACQ.,	Guinea	"	"	18
Saccharum spontaneum	Caña Uba	"	Limón-Aragua	15
Axonopus micay	Pasto Chato	Florac. y Fruct.	"	23
Paspalum plicatulum MICHY.,	Gamelotillo	Pre-florac.	"	21
Paspalum virgatum L.,	Gramalote	"	"	21
Paspalum saccharoides NEES.,	Rabo de zorro	"	"	25
Trochloa balbodes		"	"	29
—	Hierba Bermuda	"	"	31
Sorgum bicolor MOENCH.,	Sorgo	Florac. y Fruct.	"	33
		LEGUMINOSAS		
Cajanus indicus SPRENG.,	Quinchoncho	Pre-florac.	Limón-Aragua	16
Soya maxima L.,	Soya	Floración	"	18
Indigofera subulata VAHLEX POIR.,	Añil cimarrón	"	"	16
Indigofera hirsuta LINN.,	Añilito	"	"	20
Tephrosia cinerea PERS.,	—	"	"	25
Teramus uncinatus SW.,	—	Pre-florac.	"	26
Crotalaria sp.		"	San Carlos-Cojedes	35
Vigna luteola JACQ.,	Frijol maravillo	Floración	Limón-Aragua	44
Cajanus indicus SPRENG.,	Quinchoncho	Pre-florac.	San Carlos-Cojedes	42

2. COBRE.

En sus experimentos con citrus, que duraron muchos años, FLOYD (1918) encontró que el "die-back", enfermedad muy común, se previene y se cura por abonamiento con sales de cobre. Dicha enfermedad es provocada por la insuficiencia de cobre, era bien conocida en distintos países y tenía diferentes denominaciones para las varias especies. Más tarde, con buen éxito, ALLISON y colaboradores (1927) aplicaron el cobre como abono para diferentes cultivos. SOMMER (1930, 1931) comprobó la necesidad del cobre para las plantas en experimentos con cultivos en agua, que fueron confirmados por otros investigadores en diversas especies de plantas.

La deficiencia de cobre se observa frecuentemente en los suelos ricos en materia orgánica; BRYAN (1940) recomienda aplicar hasta 250 libras de sulfato de cobre por acre en los suelos de gran contenido de humus; mientras que WILD y TEAKLE (1942) creen suficiente usar 5 ó 10 libras en suelos arenosos; según PEACH (1941) y JAMISON (1942) la materia orgánica absorbe irreversiblemente el cobre y el zinc. La aplicación de cal también disminuye el aprovechamiento de cobre por la planta.

Muchos investigadores estudiaron los síntomas de deficiencia de cobre en las plantas: LIPMAN y MAC KINNEY (1931), MC MURTEY y ROBINSON (1938), HAMBIGE (1941), ARNON y STOUT (1939) y otros. La deficiencia de cobre provoca frecuentemente la aparición de manchas, muerte de ciertas áreas y del meristemo apical, la caída de hojas, la ausencia de frutas y semillas, se observa clorosis (ausencia de clorofila) pero no en todas las especies. Los autores creen que el metabolismo del cobre está en conexión íntima con la formación de clorofila. En los experimentos de BERGMAN (1937) las hojas de *Vaccinium vitis idaea*, rociadas con una solución de sal de cobre tenían un 15% más de clorofila que las normales. Simultáneamente se aumenta la estabilidad de la clorofila. Lo mismo observaba ANDERSEN (1932). ORTH y colaboradores (1934) encontraron el aumento de clorofila en 4,16 veces en las hojas del naranjo abonado con sulfato de cobre. Las determinaciones de NEISH (1939) mostraron que en los cloroplásticos aislados está concentrado cerca del 75% del cobre. Según WHATLEY y colaboradores (1951) los cloroplástidos separados contienen 26,5 p. p. m. de cobre y toda la hoja 14,7 p. p. m. LONSTALOT y colaboradores (1945) mostraron que las hojas del árbol del Tung (*Aleurites*) bajan considerablemente la actividad fotosintética en el caso de deficiencia de cobre.

Es evidente que el cobre tiene relación con la asimilación del nitrógeno. GILBERT y colaboradores (1946) y HAMILTON y GILBERT (1947) observaron la relación entre los abonos de nitrógeno y de cobre. Si el cobre está presente

en cantidades suficientes, se puede disminuir el abono nitrogenado. Pequeña cantidad de cobre y grande de nitrógeno daban como resultado los síntomas agudos de deficiencia y la muerte de partes en crecimiento y jóvenes; pero la aplicación de cobre al suelo o la rociadura con sus sales, estimula el desarrollo normal de la planta. El exceso de nitrógeno provoca la acumulación de cobre en las raíces, las cuales tienen 39,6 p. p. m., mientras que las hojas sólo tienen 5 p. p. m. Los estudios con el árbol del Tung muestran que la deficiencia de cobre se acompaña con el aumento anormal de compuestos nitrogenados complejos, cuya formación provoca una gran pérdida en hidratos de carbono. Como resultado aumenta el contenido en proteínas. También Lucas (1948) encontró alto contenido de proteínas en plantas que sufrían la deficiencia en comparación con plantas normales.

En los experimentos de Gilbert (1951) con el Tung, las hojas con la deficiencia de cobre contenían 2,4% de aminoácidos (peso seco), mientras que las normales 1,6%. Pero la diferencia fué solamente cuantitativa, la composición de aminoácidos de las proteínas fué la misma en ambos casos. Por eso el autor cree que el cobre no participa inmediatamente en el metabolismo de productos nitrogenados, pero influye debido a su acción en la formación de hidratos de carbono.

El cobre es muy activo en el trabajo de las enzimas. La enzima oxidante, según Keilin y Mann (1939) y Tissiere (1948) es activa sólo en presencia de cobre. Kubowitz (1937) por diálisis, inactivó una oxidasa del ácido ascórbico y la reactivó de nuevo por la adición de cobre. El autor también encontró que el cobre es un miembro indispensable del grupo enzimático de la polifenoloxidasa, muy común en las plantas, y que participa en la respiración; el proceso se efectúa por la oxidación y la reducción del cobre. Ball (1942) divide las enzimas que contienen cobre en dos grupos, según el substrato: las unas oxidan mono y polifenoles y las otras el ácido ascórbico; ellas cambian Cu^{99} en Cu^{9} y después lo oxidan de nuevo. También James y colaboradores (1944) mostraron que la adición de cobre oxida irreversiblemente el ácido ascórbico; los autores creen que el complejo Cu-proteína oxidasa está en el sistema enzimático y tiene su papel en la respiración. Arnon (1949) encontró la localización de la enzima cobre-polifenol-oxidasa en los cloroplástidos y cree que esta enzima participa indirectamente en la fotosíntesis.

El cuadro 2 presenta el contenido de cobre en las plantas forrajeras de Venezuela.

El contenido de cobre encontrado en las plantas forrajeras de Venezuela se puede considerar como suficiente. en comparación con los resultados de otros investigadores. Sólo una especie tuvo menos de 14 p. p. m., las otras tienen más; mientras que según los datos de Goodball y Gregory (1947)

CUADRO 3. — *Determinaciones de zinc en plantas forrajeras de Venezuela.*

Nombre científico	Nombre vulgar	Estado	Localidad	Zinc p. p. m.
		GRAMINEAS		
Andropogon rufus	Brasilera	Pre-Florac.	Tocuyito-Carabobo	3
Melinis minutiflora Beavv.,	Capim melao	"	"	20
Panicum maximum Jacq.,	Guinea	"	"	34
Paspalum plicatulum Michx.,	Gamelotillo	"	Limón-Aragua	18
Paspalum virgatum L.,	Gramalote	"	"	44
Paspalum corypheum Trin.,	—	"	"	55
—	Hierba Bermuda	"	"	64
Panicum purpurascens Raddi.,	Pará	"	"	43
Saccharum spontanum	Caña Uba	"	"	65
Hyparhenia rufa Nees, Stapp.,	Yaraguá Brasil	"	Tocuyito-Carabobo	24
Panicum maximum Jacq.,	var. Coloniao	"	Limón-Aragua	40
Panicum maximum Jacq.,	var. Gongylodes	"	"	47
Paspalum saccharoides Ness.,	Rabo de zorro	"	"	33
Sorghum bicolor Moench.,	Sorgo	Florac. y Fruct.	"	59
Axonopus micay	Pasto chato	Florac. y Fruct.	Limón-Aragua	34
Pennisetum purpureum Schumacher	Elefante	Pre-floración	"	50
Trochloa balbodes	—	"	"	29
		LEGUMINOSAS		
Indigofera hirsuta Linn.,	Añilito	Floración	"	40
Indigofera subulata Vahl ex Poir	Añil cimarrón	"	"	20
Galopogunium coeruleum Benth. ex Gauvalle	—	"	"	31
Cajanus indicus Spreng	Quinchoncho	Pre-floración	"	40
Cajanus indicus Spreng	Quinchoncho	"	San Carlos-Cojedes	80
Teramnus uncinatus Sw.,	—	"	Limón-Aragua	30
Vigna vexilata (L.) A. Rich.,	Bejuco marrullero	Florac. y Frut.	"	10
Vigna luteola Jacq. Benth.,	Frijol maravillo	Florac.	"	8
Soya maxima L.,	Soya	"	"	38
Pueraria phaseoloides Benth.,	Kudzú tropical	Pre-floración	"	44
Pueraria phaseoloides Benth.,	Kudzú tropical	"	San Carlos-Cojedes	25
Clitoria ternatea L.,	Zapatico de la reina	Florac. y Fruct.	Limón-Aragua	48
Tephrosia cinerea Pers.,	—	Floración	"	27
Crotalaria sp.	—	Pre-floración	San Carlos-Cojedes	26

basados sobre el estudio de la literatura, los síntomas de deficiencia se revelan aproximadamente cerca de 5 p. p. m.

3. ZINC.

La acción beneficiosa del zinc como elemento nutritivo es conocida hace largo tiempo en el cultivo de hongos inferiores. Pero se le creyó no como un elemento indispensable sino como un estimulante. Sin embargo, ya en los años del 1908 y 1912 JAVILLIER recomendaba utilizar los abonos de zinc para las plantas verdes. También MAZÉ (1914 b) encontró en cultivos en agua la influencia muy favorable de las sales de zinc. Pero solamente después de los trabajos de SOMMER (1926, 1928) el zinc se consideró como indispensable para la nutrición de las plantas.

La mayoría de los suelos son pobres en zinc y necesitan su aplicación para los cultivos, como concluye CAMP (1945) a base del estudio de la literatura y de vasta correspondencia con expertos de distintos países, en los cuales se cultivan citrus. Un aumento de pH del suelo más alto de 6,0 puede ya provocar los síntomas de deficiencia, pero después de pH 7,85 el zinc se hace aprovechable. La deficiencia de zinc puede depender también del mal desarrollo de raíces, las cuales no aprovechan completamente el suelo, por eso la aplicación de otros abonos, como calcio o magnesio ya puede corregir la deficiencia del zinc.

La adición de abonos orgánicos, como estiércol, harina, sangre seca, etc., favorecen la acumulación de zinc, pues acidifican el suelo y llevan los microelementos. Con el abono se puede aplicar el zinc, o si el suelo es alcalino, se usa en forma de rociadura.

La deficiencia de zinc influye desfavorablemente sobre el desarrollo de las plantas: reducen los frutos, muere el tallo principal o la yema terminal, se reduce el entrenudo, las plantas se ramifican originando tallos secundarios y formando rosetones; las hojas pierden la clorofila o muestran rayas y manchas grises o morenas, etc. Las plantas difieren mucho en su necesidad de zinc. Según ROGERS y colaboradores (1939) acumulan mucho las plantas silvestres, un promedio de 140 p. p. m., algunas de ellas hasta 700 p. p. m., mientras que la planta cultivada *Crotalaria spectabilis*, desarrollada en el mismo suelo, tenía sólo 4-11 p. p. m. En el tabaco se encontró hasta 1.540 y 2.000 p. p. m. El contenido normal de zinc en citrus, según GADDUM y colaboradores (1936) es de 25 a 50 p. p. m.

El papel del zinc en las plantas no ha sido bien estudiado y existen muchas discusiones e hipótesis al respecto. Como otros microelementos el zinc activa las enzimas. Así BRADFIELD (1947) encontró que la carbonic-anhidrasa en las plantas se activa por el zinc.

En el cuadro 3 se presentan los datos de determinaciones de zinc en las plantas forrajeras de Venezuela.

Comparando los resultados obtenidos con los de otros investigadores, se puede concluir que las plantas forrajeras de Venezuela. en su mayoría contienen más o menos cantidad normal de zinc. Los autores señalan frecuentemente como normal entre 20 y 40 p. p. m.; empero ROGERS y colaboradores (1939) dan para plantas silvestres entre 70 y 140 p. p. m. ARCHIBALD y WANN (1942) encontraron que 123 p. p. m. para distintos árboles frutales (sus hojas) ya provoca la deficiencia de zinc. Otros autores presentan como deficiencia de 4 hasta 26 p. p. m.

Algunas plantas forrajeras investigadas en Venezuela tienen menos que 10 p. p. m., que es probablemente ya deficiencia. La absorción de zinc, como ya se ha indicado, depende mucho del pH del suelo y de otros factores y también está conectada con el tipo de planta; por eso sólo el estudio con distintas plantas y suelos puede resolver la cuestión del abonamiento con zinc.

4. MOLIBDENO

El molibdeno está distribuído en cantidades pequeñas en los suelos y en las plantas de todo el mundo. TER MUELEN (1932, 1935) quien efectuó numerosas determinaciones, siempre lo ha encontrado en los suelos y en las plantas; en las hojas su contenido variaba de 10 hasta 9000 p.p.m. Los suelos fértiles contienen más molibdeno que los no fértiles.

En los experimentos de ARNON y STOUT (1939) cultivos de tomates sin molibdeno revelan los síntomas de deficiencia en pocas semanas. Las hojas aparecían abigarradas, se enrollaron y necrosaron en los bordes. La adición de 0,01 p.p.m. de molibdeno impedía la aparición de dichos síntomas. Anteriormente en la introducción, ha sido descrita la acción favorable del molibdeno sobre algunas plantas; la lechuga aumentó su peso fresco 10 veces.

Los síntomas de deficiencia de molibdeno fueron observados también por HOAGLAND (1940) PIPER (1940) y otros. El mejoramiento del crecimiento y desarrollo de diferentes plantas abonadas con molibdeno lo observaron BREACHLEY y WARRINGTON (1942). BERTRAND (1940) y otros. ANDERSON (1942) encontró un aumento considerable en los pastos, cultivados en el campo y abonados con molibdeno.

Pero no todos los investigadores están de acuerdo en reconocer al molibdeno como un elemento indispensable para todas las plantas. DINGWALL y colaboradores (1934) no encontraron el molibdeno en algunas gramíneas del Canadá. BORTELS (1937) no observó el aumento de cosecha en ciertas leguminosas, excepto en la alfalfa. HOAGLAND (1945) refiere, que el "U. S. Planta, Soil and Nutrition Laboratory" no observaba en ciertos experimentos los sín-

CUADRO 4. — *Contenido de molibdeno en plantas forrajeras de Venezuela.*

Nombre científico	Nombre vulgar	Estado	Localidad	p. p. m. molibdeno peso seco
		GRAMINEAS		
Trochloa balbodes	—	Pre-floración	Limón-Aragua	0.7
	Hierba Bermuda	"	"	1.0
Sorghum bicolor MOENCH.,	Sorgo	Florac. y Fruct.	"	1.5
Paspalum plicatulum MICHX.,	Gamelotillo	Pre-floración	"	1.0
Paspalum virgatum L.,	Gramalote	"	"	1.5
Paspalum saccharoides NEES.,	Rabo de zorro	"	"	2.8
Paspalum coripheum TRIN.,	—	"	"	2.9
Panicum maximum JACQ.,	Guinea	"	Tocuyito-Carabobo	1.6
Panicum maximum JACQ.,	Guinea v. Coloniao	"	Limón-Aragua	1.5
Panicum maximum JACQ.,	Guinea, v. Gongylodes	"	"	2.1
Panicum purpurascens RADDI.,	Pará	"	Ureña-Táchira	3.0
Melinis minutiflora BEAUV.,	Capim melao	"	Tocuyito-Carabobo	1.5
Saccharum spontaneum	Caña uba	"	Limón-Aragua	1.6
Axonopus micay	Pasto chato	Florac. y Fruct.	"	1.6
				peso seco
		LEGUMINOSAS		
Pueraria phaseoloides BENTH.,	Kudzú tropical	Pre-floración	San Carlos-Cojedes	0.5
Pueraria phaseoloides BENTH.,	Kudzú tropical	"	Limón-Aragua	1.3
Teramus uncinatus SW.,		"	"	1.0-1.9
Tephrosia cinerea PERS.,		Floración	"	0.5
Vigna luteola JACQ., BENTH.,	Frijol maravillo	"	"	0.9
Vigna vexilata (L.) A. RICH.,	Bejuco marrullero	Florac. y Fruct.	"	1.5
Cajanus indicus SPRENG.,	Quinchoncho	Pre-floración	San Carlos-Cojedes	1.3
Cajanus indicus SPRENG.,	Quinchoncho	"	Limón-Aragua	2.4
Galactia filiformis	—	Floración	"	1.8
Indigofera hirsuta LINN.,	Añilito	"	"	1.7
Indigofera subulata VAHL EX POIR	Añil cimarrón	"	"	2.4
Soya maxima L.,	Soya	"	"	2.4
Calopogonium coeruleum BENTH. EX SAUVALLE	—	"	"	2.8
Clitoria ternatea L.,	Zapatico de la reina	Florac. y Fruct.	"	4.8

tomas de deficiencia de molibdeno. Probablemente las excepciones observadas están conectadas con los métodos aplicados por ser insuficientemente exactos; el molibdeno está muy distribuído en la naturaleza y se usa por las plantas en cantidades mínimas. VEOSELOW y DATTA (1949) sobre la base de un estudio espectrométrico encontraron que para las hijas del limón es suficiente 0.024 p.p.m. de Mo. EVANS y colaboradores (1950) revelaron los síntomas de deficiencia en la alfalfa cuando el contenido estaba bajo 0,1 p.p.m.

El papel del molibdeno en la planta está ligado sobre todo al metabolismo del nitrógeno, en particular en las leguminosas. BORTELS (1930, 1937) encontraba en los cultivos de estas plantas un aumento de nitrógeno después de la aplicación de molibdeno al suelo. BOBKO y SAVVINA (1940) observaron la formación de nódulos en las raíces de guisante sólo después de la adición de molibdeno. JENSEN y BETTY (1943) obtenían un aumento de cosecha y de nitrógeno en la alfalfa. HEWITT y JONES (1947) mostraron la necesidad del molibdeno para la reducción de nitratos. Lo mismo encontró MULDER (1948); este autor demostró la necesidad de molibdeno para la fijación de nitrógeno libre por Azotobacter y Rhizobium. EVANS y colaboradores aplicaron métodos especiales para purificar las sales usadas en el cultivo de alfalfa. Sin molibdeno los nitratos se acumulaban en la planta y no se usaban para la nutrición; las plantas revelaron los síntomas típicos de deficiencia. La aplicación de molibdeno aumentaba el contenido de nitrógeno orgánico y disminuía el contenido de nitratos. En una atmósfera de nitrógeno su asimilación es mayor de 47-92 por ciento en presencia del molibdeno.

Que el exceso de molibdeno provoca perjuicios en la planta, lo observaron ARNON y STOUT (1937) y WARRINGTON (1937).

El cuadro 4 presenta el contenido de molibdeno en las plantas forrajeras de Venezuela.

Los valores obtenidos para Venezuela coinciden con los de otros países o sea de 0.5 a 4.8 p.p.m. Algunos investigadores presentan también valores excesivamente altos, así BEATH (1943) encontró 221 y 333 p.p.m. pero eso es una excepción. No hay una gran diferencia entre las gramíneas y leguminosas, como suponen algunos autores. Difieren mucho el Kudzú tropical y Quinchoncho, cultivados en San Carlos y en El Limón; las plantas de El Limón contienen considerablemente más molibdeno y también nitrógeno. Esta correlación entre dichos elementos ha sido encontrada por muchos investigadores.

5. MANGANESO

El manganeso está distribuido ampliamente en los suelos en forma aprovechable y no aprovechable. Según ROBINSON (1930), OLSEN (1934) y otros

la cantidad de manganeso cambiable depende de la aeración del suelo y de su contenido en materia orgánica; el aumento de acidez se acompaña con un aprovechamiento elevado. en cambio. la alcalinidad y el mal drenaje lo disminuyen. Cuando el pH es más alto de 6.5 el manganeso no es casi aprovechable por la planta. McHargue (1945) sobre la base de muchos experimentos deduce, que distintas plantas absorben del mismo suelo el manganeso en forma muy variable; siempre las gramíneas absorben más que las leguminosas. Más aprovechables son sales en forma manganosa que se forman muy fácilmente en suelos húmedos debido a la reducción. Mazé (1914) fué el primero en demostrar que el manganeso es indispensable para la nutrición de las plantas; sus resultados fueron confirmados por McHargue (1922, 1925 y 1945), Screinez y *Dawson* (1927) y otros.

Los autores indican que la ausencia de manganeso disminuye el rendimiento. paraliza el crecimiento y la formación de flores y frutas, produce clorosis de las hojas y su caída. En los experimentos con soluciones nutritivas de Sideris y Young (1949) la adición progresiva de manganeso de 0.5 a 5 mcgm. se acompañaba con el aumento de peso de la planta. Los mismos resultados fueron obtenidos por McMurtey (1933) con el tabaco en los experimentos de cultivos en agua y en el campo. Sin manganeso las plantas estuvieron cloróticas y casi blancas, aparecían las manchas. morían las hojas parcial o totalmente, las raíces eran débiles.

El exceso de manganso también produce enfermedad en las plantas, que se manifiesta con distintos síntomas en diferentes plantas: se altera la estructura anatómica y se desarticulan las funciones fisiológicas. El protoplasma se encoge. pierde su estructura. los cloroplástidos se descomponen, se acumulan los cristales de oxalato de calcio. las áreas afectadas mueren. La descripción de síntomas se puede encontrar en los trabajos de Kelley (1914). Eltinge (1941). Berger y Gerloff (1947). Struckmeyer y Berger (1951) y otros.

En las plantas normales el contenido de manganeso varía entre 35 y 90 p.p.m. Robinson y Edgington (1945) sobre la base del estudio de literatura muestran. que el contenido puede alcanzar hasta 700 p.p.m. Goodall y Gregory (1947) presentan valores más altos. 1.700 p.p.m. y hasta 3.980 p.p.m. en las plantas sin síntomas de enfermedad.

En los experimentos de cultivos en agua. con piña, Sideris *y* Young (1949) encontraron en una serie de hojas un máximo de manganeso de 300 a 1.100 p.p.m. de peso fresco. Valores muy altos encontró Bennet (1945) en las hojas de tomate; las verdes tenían de 580 a 5.100 p.p.m. y las cloróticas de 4.160 a 10.000 p.p.m.

El papel fisiológico del manganeso en la planta no está muy claro. Mc-

CUADRO 5. — *Contenido de manganeso en plantas forrajeras de Venezuela.*

Nombre científico	Nombre vulgar	Estado	Localidad	Manganeso p. p. m.
		GRAMINEAS		
—	Hierba Bermuda	Pre-floración	Limón-Aragua	68
Andropogon rufus	Brasilera	"	"	84
Paspalum saccharoides Nees.,	Rabo de zorro	"	"	81
Paspalum virgatum L.,	Gramalote	"	"	155
Paspalum plicatulum Michx.,	Gamelotillo	"	"	390
saccharum spontanum	Caña uba	"	"	89
Melinis minutiflora Beauv.,	Capim melao	"	San Carlos-Cojedes	117
Panicum purpurascens	Pará	"	Ureña-Táchira	129
Panicum maximum Jacq.,	Guinea	"	Tocuyito-Carabobo	240
		LEGUMINOSAS		
Cajanus indicus Spreng.,	Quinchoncho	Pre-floración	Limón-Aragua	50
Indigofera hirsuta Linn.,	Añilito	Floración	"	58
Teramus uncinatus Sw.,	—	Pre-floración	"	58
Galopogonium coeruleum Benth ex Sauvalle		Floración	"	72
Soya maxima L.,	Soya	"	"	81
Vigna vexilata (L.) A. Rich.,	Bejuco marrullero	Florac. y Fruct.	"	104
Vigna luteola (Jacq.) Benth.,	Frijol maravillo	Floración	"	144
Pueraria phaseoloides Benth.,	Kudzú tropical	Pre-floración	San Carlos-Cojedes	220

Gargue (1919), Burstrom (1939), Leeler (1941) y Whitehead y Olsen (1941) creen que el manganeso es muy importante para la asimilación de nitratos los cuales en ausencia de él se acumulan y no se aprovechan. Jones y colaboradores (1949) encontraron que en condiciones anaeróbicas las raíces de soya convierten nitratos a nitritos y acumulan los últimos, el oxígeno se usa para la respiración. La adición de manganeso favorece la utilización de nitritos para la construcción de proteínas; en este caso los nitrtitos no se acumulan. Arnon (1937) también observó el mejoramiento del desarrollo de las plantas en condiciones anaeróbicas, en presencia de nitratos y manganeso. Shive (1941) también cree que la presencia de manganeso favorece, en ausencia de aire, el aprovechamiento de nitratos como de fuente de nitrógeno para la construcción de las proteínas y como fuente de oxígeno para las raíces.

El manganeso tiene su papel en la activación de enzimas. En los experimentos de Adler y colaboradores (1939) manganeso y magnesio activaron la enzima que oxida el ácido isocítrico. Lipman (1939) estableció la necesidad de manganeso y magnesio para la catálisis del ácido pirúvico. Burström (1939) y Lundegardh (1940) mostraron la activación de la respiración por el manganeso. Según Folley y Greenbaum (1948) el manganeso activa la enzima arginasa. Stumpf (1945) encontró que la carboxilasa, que cataliza la oxidación del ácido pirúvico a ácido acético y CO_2, se activa por muchos microelementos y también por manganeso. Speck (1949) mostró que el manganeso activa la beta-carboxilasa, que cataliza la reacción que provoca la asimilación de CO_2 y la formación ácido di- y tricarboxílico.

Muchas investigaciones se han ocupado de la relación entre manganeso y hierro. Johnson (1924) observó la clorosis en las hojas de piña (Ananas) cuando se aplicó una gran cantidad de manganeso. El autor cree, que el manganeso en una reacción más alta de pH 5,5 convierte sales solubles de hierro ferroso a férrico por el cambio de electrones. Las mismas conclusiones hacen Somers y Shive (1942) sobre la base de sus experimentos. Bennet (1945) agregaba cantidades variables de $MnSO_4$ y $FeSO_4$ a las soluciones nutritivas de tomates, el pH era 5.5-6,0. El aumento de manganeso se acompañaba con la disminución de hierro y clorofila en las hojas. La relación Mn:Fe varía en las hojas verdes de 4 a 47 y en las amarillas de 60 a 108. La disminución de manganeso causa la acumulación en las hojas de hierro y de clorofila. Las hojas verdes tenían de 580 a 5.100 p. p. m. de Mn y las amarillas de 4.160 a 10.000 p. p. m.

También Sideris y colaboradores (1943, 1946, 1949) llegaron a las mismas conclusiones. En una reacción más alta de pH 5.5 el manganeso produce la precipitación de hierro en la exodermis de raíces, de esta manera no permite alcanzar las hojas. En el último trabajo Sideris (1950) aplicó el hierro radio-

activo Fe^{52} y Fe^{59} y después lo determinó en distintas partes de la planta. La aplicación de manganeso estimuló la absorción de hierro por las raíces y simultáneamente bajó su contenido en las hojas. SIDERIS y YOUNG (1949) explican la acción del manganeso por su reacción con protoporfirina 9, substituyendo el hierro, cuando el manganeso está en exceso y el hierro en deficiencia. En la célula se produce la formación permanente de porfirina, que contiene hierro en el anillo pirrólico y que se convierte en clorofila, simultáneamente el hierro se reemplaza por manganeso. Los autores creen que la porfirina con manganeso ya no puede convertirse en clorofila.

En el cuadro 5 se presenta el contenido de manganeso en las plantas forrajeras de Venezuela.

Comparando los resultados obtenidos en Venezuela con los de otros países, se puede concluir, que las plantas forrajeras de dichas localidades absorben cantidad suficiente de manganeso para el desarrollo de las plantas. WALLACE (1951) concluye a base de literatura, que el contenido normal de Mn. es de 35 a 90 p. p. m. Según las tablas de GOODALL y GREGORY (1947) el contenido normal para muchas plantas es más de 50 p. p. m., raramente 20 ó 30 p. p. m. PIPER (1951) refiere como contenido normal, de 10 a 150 p. p. m. La cantidad mínima es muy variable para diferentes plantas. Se dan datos de 7, 10, 20, 30 y más p. p. m.; por ejemplo: DICKEY y DROSDOFF (1943) para el árbol del Tung (Aleurites) dan de 25 a 122 p. p. m. como insuficiente. Las Gramíneas son más ricas en manganeso que las leguminosas, como se aprecia en el cuadro presentado.

6. HIERRO.

El papel importante del hierro, como elementos indispensable, ha sido establecido hace mucho tiempo. Como demostró GRIS (1848) las plantas sin hierro no forman clorofila: si las plantas se presentan cloróticas se rocían con una solución débil de sulfato de hierro y muy rápidamente las hojas se tornan verdes. La necesidad de hierro ha sido comprobada en cultivos por KNOP (1860) y otros investigadores.

Hasta ahora no sabemos exactamente el papel del hierro. Se cree que está ligado a la formación de clorofila. Como muestran varios investigadores, el hierro se concentra en los cloroplástidos (véase MOOR 1914, GRIESSMEYER 1930, HILE y LEHMAN 1941). JACOBSON (1945) encontró en los cloroplástidos de tabaco 85% de hierro total y en los de lechuga hasta 82%. Según WHATLEY y colaboradores (1951) la hoja entera de remolacha contiene 132,5 p. p. m. de Fe, y los cloroplástidos aislados 230 p. p. m. GRANICK (1948) encontró en el alga *Chlorella* la protoporfirina 9, la cual contiene en el anillo pirrólico hierro y que representa el precursor de la clorofila.

CUADRO 6. — *Contenido de hierro en diversas plantas forrajeras de Venezuela.*

Nombre científico	Nombre vulgar	Estado	Localidad	Hierro p.p.m.
		LEGUMINOSAS		
Indigofera hirsuta LINN.,	Añilito	Floración	Limón-Aragua	47
Indigofera subulata VAHL EX POIR	Añil cimarrón	"	"	55
Vigna luteolata JACQ. BENTH.,	Frijol maravillo	"	"	51
Vigna vexilata (L.) A. RICH.,	Bejuco marrullero	"	"	103
Cajanus indicus SPRENG.,	Quinchoncho	Pre-floración	"	60
Cajanus indicus SPRENG.,	Quinchoncho	"	San Carlos-Cojedes	60
Tephrosia cinerea PERS.,	—	Floración	Limón-Aragua	67
Desmodium purpureum	Pega-pega	"	"	97
Desmodium Cajanofolium	Pega-pega	"	"	167
Medicago sativa L.,	Alfalfa	"	"	180
Clitoria ternatea L.,	Zapatico de la reina	Florac. y Fruct.	"	207
Soya maxima L.,	Soya	Floración	"	207
Pueraria phaseoloides BENTH.,	Kudzú tropical	Pre-floración	San Carlos-Cojedes	202-307
		GRAMINEAS		
Trochloa balbodes	—	Pre-Florac.	Limón-Aragua	64
—	Hierba Bermuda	"	"	73
Pennisetum purpureum SCHUMACHER.,	Elefante	"	"	78
Saccharum spontaneum	Caña uba	"	"	98
Axonopus micay	Pasto chato	Florac. y Fruct.	"	86
Panicum maximum JACQ.,	Guinea	Pre-floración	Tocuyito-Carabobo	160
Panicum maximum JACQ.,	Var. Gongylodes	"	Limón-Aragua	110
Panicum maximum JACQ.,	Var. Coloniao	"	"	180
Panicum purpurascens RADDI.,	Pará	"	"	230
Paspalum virgatum L.,	Gramalote	"	"	160
Paspalum corypheum TRIN.,	—	"	"	206
Paspalum saccharoides NEES.,	Rabo de zorro	"	"	275
Melinis minutiflora BEAUV.,	Capim melao	"	Tocuyito-Carabobo	240

Muchos investigadores creen que el hierro está asociado con proteínas; así Sideris (1950) suministraba a las plantas, en los cultivos, hierro radioactivo Fe^{55} y Fe^{59} y encontró que una parte considerable está asociada con proteínas.

Ingalls y Shive (1931), Oserkovsky (1932, 1933) y Jacobson (1945) distinguen dos formas de hierro en relación a la formación de clorofila: activo e inactivo. La primera forma se extrae muy fácilmente con soluciones diluídas de ácido clorhídrico. Bennet (1945) encontró en las hojas verdes de pera (*Pyrus*) 72% de hierro activo y en las amarillas sólo 32%. El autor cree que el hierro activo se asocia con la proteína y participa en la formación de la clorofila y se encuentra proporcionalmente a su cantidad. Pero, como señalan los cálculos del autor, no hay relación constante en diferentes plantas, en la pera la relación proteína-clorofila es 100:13, en el centeno 100:22, en el tabaco 100:30. Lindner y Harley (1944) no confirmaron dichas observaciones; en una gran cantidad de material emplearon varios solventes y distintas concentraciones para determinar distintas formas de hierro por medio de electrolisis y sin embargo, no encontraron correlación entre distintas formas de hierro y la cantidad de clorofila.

Lucas (1948) observó en varias plantas un aumento de proteínas en el caso de deficiencia de hierro. En general, hasta ahora no podemos hacer conclusiones definitivas del papel del hierro en las plantas.

El cuadro 6 presenta el contenido de hierro en distintas plantas forrajeras.

Los resultados obtenidos por otros investigadores, sumados a los míos propios obtenidos en Euorpa, aclaran que las plantas investigadas en Venezuela contienen la cantidad suficiente de Fe para la producción de clorofila. Para la mayoría de las plantas es suficiente 50 a 60 p. p. m. de Fe., pero sucede que las hojas con 200 y 500 p. p. m. de Fe., no producen clorofila. Eso enseña que existen otros factores que limitan la formación de clorofila, como ausencia o exceso de otros macro y microelementos (potasio, manganeso, magnesio, etc.) la acumulación de productos de desintegración proteica, condiciones de iluminación, cantidad de agua, etc. En general diversos factores ambientales influyen en la formación de clorofila.

BIBLIOGRAFIA

1.—Adler, E.; Euler, H., and Günther, G.—Isocitric and glutamic acid synthetis in animal tissues. Biochem. Jour *33* : 1.028-1.045. 1939.

2.—Agulhon, H.—Recherches sur la presence et la rôle du bore chez les végétaux. Thése. París. 1910.

3.—Alben, A. O., and Boggs, H. M.—Zinc content of soils in relation to pecan rosette. Soil Sci. *41* : 329-332. 1936.

4.—Allison, R. V., Bryan, O. C., and Hunter, J. H.—The stimulation of plant response on the row peat soil of the Florida Everglades through the use of copper sulfate and other chemicals. Fla, Agr. Exp. Sta. Bul. *190* : 33-80. 1927.
5.—Anderson, A. J.—Molybdenum deficiency on a South Australian ironstone soil. Jour. Aust. Inst. Agr. Sci. *8* : 73-75. 1942.
6.—Anderssen. F. G.—Chlorosis in deciduos trees due to a copper deficiency. Jour. Pomol. and Hort. Sci. *10* : 130-146. 1932.
7.—Arenz. B.. and Schropp. W.—The influence of boroh with various potash nitrogen raties on the growth of field beans. Bodenkunde u. Pflanzenernah. *16* : 191-205. 1940.
8.—Arnon. D. I.—Ammonium and nitrate nitrogen nutrition of barley at different seasons in relation to hydrogen-ion concetration, manganese, copper and oxygen supply. Soil Sci. *44* : 91-121. 1937.
9.—_____.—Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenoloydase in Beta vulgaris. Plant Physiol. *24* : 1-15. 1949.
10.—_____.—Growth and function as criteria in determining the essential nature of inorganic nutrients. Mineral Nutrition of plants. Univ. Wiscon. Press. 1951.
11.—Balks. R.. and Pommer. E.—Chemical investigations on cabbage variosly fertilized. Bodenkul. u. Pflanzenernahr. *15* : 222-223. 1939.
12.—Baumert, G.—Zur Frage des normalen Vorkommens der Borsaure im Weine. Ber. Deutsch. Chem. Ges. *21* : 3.290-3.292. 1888.
13.—Beckenbach, J. R.—Functional relationships between boron and various anions in the nutrition of the tomato. Florida Agr. Exp. Sta. Bull. 395. 1944.
14.—Bennett, J. P.—Iron in leaves, Soil Sci. *60* : 91-105. 1945.
15.—_____.—Minor elements. Evidence and concepts on functions, deficiencies. and excesses. Baltimore. Md. 1945.
16.—Berger, K. C.. and Gerloff. G. C.—Stemstreak necrosis of potatoes in relation to soil acididy. Amer. Potato Jour. *24* : 156-162. 1947.
17.—Bertrand. D.—Sur le molybdene des nodorités des legumineuses. Acad. Sci. 670-672. 1940.
18.—_____.—Importance du molybdene comme oligo element pour les legumineuses. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris. *64* : 512-514. 1940.
19.—Blair. A. W., and Brown. B. E.—The influence of fertilizers containing borax on the yield of potatoes and corn. Soil Sci. 369-385. 1921.
20.—Bobko. E. V.. and Savvina. A. G.—Role of molybdenum in plants development. Compt. Rend. Acad. Sci. U.S.S.R. *29*: 507-509. 1940.
21.—Bortels. H.—Molybdenum as a catalyzer in biological nitrogen fixation. Arch. Microbiol. *1* : 333-342. 1930.
22.—_____.—Ueber die Wirkung von Molybdan und vanadiumdungungen auf Leguminosen. Arch. Microbiol. *8* : 13-26.
23.—Brenchley, W. E.. and Warrington. K.—The role of boron in the growth of plants. Ann. Bot. *41* : 167-187. 1927.
24.—_____.—Value of molybdenum for lettuce. Nature *149* : 196. 1942.
25.—Bryan, O. C.—Malnutrition symptoms of citrus with practical methods of treatment. Fla. Dept. Agr. 93. 1940.

26.—Burstrom, H.—Die rolle des Mangans bei der Nitratassimilation. Planta, *30* : 129-150. 1939.

27.—_____.—Effect of heavy metals on the assimilation of wheat routs. Kg. Lantbruksakad. Handl. Tid. *78* : 35-52. 1939.

28.—Callison, J. A.—The distribution of boracic acid among plants. Jour. Analit. Chem. *4* : 191-197. 1890.

29.—Camp, A. F.—Zinc as nutrient in plant growth. Soil Sci. *60*: 157-164. 1945.

30.—Chapman, H. D., and Brown, S. M.—Analysis of orange leaves for diagnosing nutrient status with reference to potassium. Hilguardia. *19* : 501-540.

31.—Cook, F. C.—Boron: its absortion and distribution in plants and its effect on growth. Jour. Agr. Res. *5* : 887-890. 1916.

32.—Cowart, F. F.—The effect of magnesium deficiency in grapefruit trees upon the composition of the fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. *40* : 161-164. 1942.

33.—_____, and Stearns, C. R. Jr.—Some effect of certain fertilizer practices on the time of maturity and composition of grapefruit and oranges. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. *54* : 12-19. 1941.

34.—Crompton, C. A.—Borsaure als Bestandteil der Pflanzen. Ber. Deut. Chem. Ges. *22* : 1.072-1.076. 1889.

35.—Dingwall, A., McKibbin, R. R., and Beans, H. T.—Studies of molybdenum in biological material. Can Journ. Res. *11* : 32-39. 1934.

36.—Eaton, F. M.—Deficiency, toxicity and accumulation of boron in plants. Jour. Agr. Res. *69* : 237-277. 1944.

37.—Eltinge, E.—Effect of manganese deficiency upon the histology of Lycopersicum esculentum. Plant Physiol. *16* : 189-195. 1941.

38.—Evans, H. J., Purvis, E. R., and Bear, F. E.—Molybdenum nutrition of alfalfa. Plant Physiol. *25* : 555-566. 1950.

39.—Floyd, B. F.—Dieback or exanthema of citrus trees. Fla. Agr. Exp. Sta. 140. 1917.

40.—Gaddum, L. W., Camp, A. F., and Reuther, W.—Spectrographic studies of the composition of tissues and corresponding soils of normal crops. Fla. Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt. 1936 : 82-84.

41.—Gilbert, S. G.—A biochemical basis for copper-nitrogen balance in tung. Plant Physiol. *26* : 398-405. 1951.

42.—_____; Shell, H. M., and Drosdoff, M.—The effect of copper deficiency on the nitrogen metabolism and oil synthesis of the tung tree. Plant Physiol. *21* : 290-303. 1946.

43.—Gile, P. L.—Chlorosis of pinneaples induced by manganese and carbonate of lime. Science, *46* : 855. 1916.

44.—Goodall, D. W., and Gregory, F. G.—Chemical composition of plants as an index of their nutritional status. Imp. Bur. Hort. Plant. Crops. Comm. 17. 1947.

45.—Granick, S.—Protoporphyrin 9 as a precursor of chlorophyll. Biol. Chem. *172* : 717-727. 1948.

46.—Griessmeyer, H.—Ueber experimentalle Beeinflussung des Eisens im Chloroplasten. Planta *11* : 331-358. 1930.

47.—Gris. E.—De L'action de comp. ferrugin sur la vegetation. Ann. Chem. et Phys. (4) *7* : 201. 1843.
48.—Hamdallah. A. E. W.—Vitamin C content of plants grown without iron and magnesium. Protoplasma *32* : 31-43. 1939.
49.—Hamilton. J., and Gilbert. S. G.—Relation of fertilization with copper and nitrogen to copper-deficiency symptoms, leaf composition and growth of tung. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. *50* : 119-124. 1947.
50.—Hamner. K. C.—Minor elements and vitamin content of plants. Soil Sci. *60* : 165-171. 1945.
51.—Hamner, K. C.; Lyon, C., and Hamner, C. L.—Effect of mineral nutrition on the ascorbic acid content of the tomato. Bot. Gaz. *103* : 586-616. 1942.
52.—Hewitt. E. J., and Jones. E. W.—The production of molibdenum deficiency in plants in sand culture with special reference to tomato and brassica crops. Journ. Pomol. Hort. Sci. *23*: 264-272. 1947.
53.—Hill. R., and Lehman. H.—Studies on iron in plants with special observations on the chlorophyll: iron ratio. Biochem. Jour. *35* : 1.190-1.199. 1941.
54.—Hoagland. D. R.—Water-culture experiments on molybdenum and copper deficiencies in fruit trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. *38* : 8-12. 1940.
55.—_____.—Molybdenum in relation to plant growth. Soil Sci. *60* : 119-123. 1945.
56.—Hotter, E.—Ueber das Vorkommen des Bors im Pflanzereich und dessen physiologische Bedetung. Landwirt. Vers Sta. *37* : 437-458. 1890.
57.—Ingalls. R. A., and Shive. J. W.—Relation of H-ion concentration of tissue fluids to the distribution of iron in plants. Plant Physiol. *6* : 190-125. 1931.
58.—Jacobson. L.—Iron in the leaves and chloroplasts of some plants in relation to their chlorophyll content. Plant Physiol. *20* : 239-245. 1945.
59.—James. W. O.: Heard. C. R. C., and James, G. M.—On the oxydative descomposition of hexosediphosphate by barley. New Phytol. *43* : 62-74. 1944.
60.—Jamison. V. C.—Adsorption and fixation of copper in some sandy soils of Florida. Soil Sci. *53* : 287-297. 1942.
61.—Javillier. M.—Recherche sur la presence et le role du zinc chez les plantes. These. Univ. Paris. 1908.
62.— _____.—Sur l'emploi du zinc comme engrais catalytique. Internatl. Cong. Appl. Chem. Orig. Commun. *15* : 145-146. 1912.
63.—Jay, H.—Sur la despersion de l'acide boric dans la nature. Comp. Rend. Acad. Sci. Paris. *121* : 896-899. 1895.
64.—Jensen. H. L., and Betty. R. C.—Nitrogen fixation in leguminous plants. III. The importance of molybdenum in symbiotic nitrogen fixation. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales *68* : 1-8. 1943.
65.—Johnson. M. O.—Manganese chlorosis of pineapples: its cause and control Hawaiian Agr. Exp. Sta. Bull. *52* : 1924.

66.—Johnes, L. H., Shepardson, W. B., and Peters, C. A.—The function of manganese in the assimilation of nitrates. Plant. Physiol. *24* : 300-306. 1949.
67.—Jones, H. E., and Scarset, G. D.—The calcium boron balance in plants as related to boron needs. Soil Sci. *57* : 25-36. 1944.
68.—Keilin, D., and Mann, T.—Trace elements in relation to physiological function and enzyme systeme. Proc. Nutrit. Soc. *1* : 189-194. 1944.
69.—Kelley, W. P.—The function and distribution of manganese in plants and soils. Hawauan Agr. Exp. Sta. Bull. *26* : 1912.
70.—_____.—The function of manganese in plants. Bot. Gaz. *57* :213-227. 1914.
71.—Kitchen, H. B.—Diagnostic thechniques for soils and crops. Amer. Potash Institute, Washington, 6, D. C. 1948.
72.—Kubowitz, F.—Chemical composition of potato oxidase. Biochem. Zeitschr. *292* : 221-229. 1937.
73.—Leeper, G. W.—Manganese deficiency and accumulation of nitrites in plants. Jour. Anstr. Inst. Agr. Sci. *7*: 161-162. 1941.
74.—Lindner, R. C., and Harley, C. P.—Nutrient interrelations in lime-induced chlorosis. Plant Physiol. *19* : 420-439. 1944.
75.—Lipman, F.—An analysis of the pyruvic acid oxidation system. Symposic Quant. Biol. *7* : 248-259. 1939.
76.—Loustalot, A. J.; Burrows, F.; Gilbert, G., and Nason, A.—Effect of copper and zinc deficiencies on the photosynthetic activity of the foliage of young trug trees. Plant Physiol. *20* : 283-288. 1945.
77.—Lucas, R. E.—Effect of copper on plant composition. Soil Sci. *65* : 461-469. 1948.
78.—Lundegardh, H. K.—Investigations as to the absortion and accumulation of inorganic ions. Annals of Agr. Coll. of Sweden *8* : 233-404. 1940.
79.—Lyon, C. B.; Beeson, K. C., and Ellis, G. H.—Effects of micronutrient deficiencies on growth and vitamin content of the tomato. Bot. Gaz. *104* : 495-514. 1943.
80.—Marsh, R. P., and Shive, L. W.—Boron as a factor in the calcium metabolism of the corn plant. Soil Sci. *51*: 141-151. 1953.
81.—Maynard, L. A., and Beeson, K. S.—Some causes of variation in the vitamin content of plants grown for food. Nutrition Abs. and Revs. *13* : 155-164. 1944.
82.—Mazé, P. M.—Note sur les chlorosis de vegetaux. Comp. Rend. Soc. Biol. Paris. *77* : 539-541. 1914 (a).
83.—_____.—Influences respectives des elements de la solution minerale sur le developpment du mais. Ann. Inst. Pasteur. *28* : 21-68. 1914 (b).
84.—_____.—Recherche d'un solution purement menerale capable d'assurer l'evolution complete du mais cultivé a l'abri des microbes Ibid. *33* : 139-173. 1919.
85.—McHargue, J. S.—The role of manganese in plants. Jour. Amer. Chem. Soc. *44* : 1.592-1.598. 1922.
86.—_____.—Effect of different concentrations of manganese sulfate on the growth of plants etc. Jour. Agr. Res. *24* : 781-794. 1923.

87.— _____.—The association of manganese with vitamins. Ibid. *27* : 417-424. 1924.

88.—McMurtrey, J. E.—Distinctive effects of the deficiency of certain essential elements on the growth of tobacco plants in solution cultures. U. S. Dept. Agr. Tech. Bull. *340* : 1933.

89.—Meagher, W. R.; Johnson, C. M., and Stout, P. R.—Molybdenum requirement of leguminous plants supplied with fixed nitrogen. Plant Physiol. *27* : 223-230. 1952.

90.—Moor, B.—The presence of inorganic compounds in chloroplasts of green cells of plants. Proc. Roy. Soc. London. B-*87* : 556-570. 1914.

91.—Mulder, E. G.—Importance of molybdenum in the nitrogen metabolims of microorganims and higher plants. Plant and Soil *1* : 94-119. 1948.

92.—Neish, A. C.—Studies on chloroplasts. Biochem. Jour. *33* : 300-308. 1939.

93.—Olsen, C.—The absorption of manganese by plants. Comp. Ren. Lab. Carlsberg. *20* . 1934.

94.—Orth, O. S., Wichwire, G. C., and Burge, W. E.—Copper in relation to chlorophyll and hemoglobin formation. Science *79* : 33-34. 1934.

95.—Oserkowsky, J.—Quantitative relation between chloropyll and iron in green and chlorotic pear leaves. Plant Physiol. *8* : 449-468. 1933.

96.—Peach, M.—Availability of ions in light sandy soils as affected by soil reaction. Soil Sci. *51* : 473-486. 1941.

97.—Piper, A. C.—Soil and plants analysis. New York. 1950.

98.—Randoin, L., and Le Gallic, P.—Existence of correlations between the protein iron, and vitamin contents of plant tissues. Bull Soc. Chem. Biol. *22* : 593-602. 1942.

99.—Reeve, E., and Shive. J. W.—Potassium boron and calcium boron relatinships in plant nutrition Soil Sci. *57* : 1-14. 1944.

100.—Reuther, W., Smith, P. F., and Specht, A. W.—A comparison of the mineral composition of Valencia orange leaves from the major producing areas of the United States. Proc. Florida State Hort. Soc. *62* : 38-45. 1949.

101.—Robinson, W. O.—Some chemical phases of submerged soil conditions. Soil Sci. *30* : 197-217. 1930.

102.—Rogers, L. H.; Gall, O. E., and Barnette, R. M.—The zinc content of weeds and volunteer grasses and planted land covers. Soil Sci. *47* : 237-243. 1939.

103.—Sachs, J.—Ueber die Erziehung von Landpflanzen in Wasser. Bot. Zeitung *18* : 113. 1860.

104.—Sandell. E. B.—Colorimetric determination of traces of metals. London. 1950.

105.—Shive, J. W.—The balance of ions ond oxygen tension in nutrient substrates for plants. Soil Sci. *51* : 455-459. 1941.

106.—Schrohl und Begeman.—Zetschrift für analitische Chemie. *75:* 229. 1928. *88* : 325. 1932.

107.—Sideris, C. P.—Manganese interference in the absorption and translocation of radioactive iron (Fe) in Ananas comosus (L) Merr. Plant Physiol. *25* : 307-321. 1950.

108.—_____, and YOUNG, H. Y.—Groth and chemical composition of Ananas comosus (L.) Merr. in solution cultures with different iron-manganese ration. Plant Physiol. *24* : 416-440. 1949.

109.—_____, and KRAUSS, B. H.—Effects of iron on the growth and ash constituents of Ananas comosus (L.) Merr. Plant Physiol. *18*: 608-632. 1943.

110.—SMITH, P. F., and REUTHER, W.—The response of young Valencia orange trees to diferencial boron supply in sand culture. Plant Physiol. *26* : 110-114. 1951.

111.—SOMMER, A. L.—The search for elements essential in only small amounts for plant growth. Science. *66* : 482-484. 1927.

112.—_____.—Further evidence of the essential nature of zinc for the growth of higher green plants. Plant Physiol. *3* : 217-221. 1928.

113.—_____.—Copper and plant growth. Soil Sci. *60* : 71-79. 1945.

114.— _____, and LIPMAN, C. B.—Evidence of the indispensable nature of boron and zinc for higher plants. Plant Physiol. *1* : 231-249. 1926.

115.—_____, and SOROKIN, H.—Effect of the absence of boron and of some other essencial elements on the cell and tissue structure of the root tips of Pisum sativum. Plant Physiol. *3* : 237-254. 1928.

116.—SOMERS, I. I., and SHIVE, J. W.—The iron-manganese relation in plant metabolism. Plant Physiol. *17* : 582-602. 1942.

117.—SPECK, J. F.—Jour Biol. Chem. *178* : 315. 1949. (Citado de ARNON, D. I. 1951).

118.—STUMPF, P. K.—Jour. Biol. Chem. 159 : 529. 1945. (Citado de ARNON I. D. 1951).

119.—STRUCKMEYER, B. E., and BERGER, K. C.—Histological structure of potato systems and leaves as influenced by manganese toxicity. Plant Physiol. *25* : 114-119. 1950.

120.—TER MUELEN, H.—Distribution of molybdenum. Nature *130* : 966. 1932.

121.—_____, and RAVENSWAAY, H. J.—Molybdenum content of leaves. Proc. Acad. Sci. Wetenchappen, Amsterdam. *38* : 3-6. 1935.

122.—VANSELOW, A., and DATTA, N. P.—Molybdenum deficiency of the citrus plant. Soil Sci. *67* : 363-375. 1949.

123.—WADLEIGH, C. H., and SHIVE, J. W.—A microchemical study of the effects of boron deficiency in cotton seedlings. Soil Sci. *47*: 33-36. 1939.

124.—WALKER, J. C.—Histologic-Pathologic effects of boron deficiency. Soil Sci. *57* : 51-54. 1944.

125.—WALLACE, T.—Trace elements in plant physiology. Symposium of Rothamsted Exp. Sta. Chronica Botanica Co. Waltham. 1950.

126.—_____.—The diagnosis of mineral deficiencies in plants. London. 1951.

127.—WALLACE, A., and BEAR, F. E.—Influence of potassium and boron on nutrient element balance and growth of ranger alfalfa. Plant Physiol. *24* : 664-680. 1949.

128.—WARRINGTON, K.—The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants. Ann. Bot. *37* : 629-672. 1923.

129.—_____.—Observations on the effect of molybdenum on plants with special reference to the Solanaceae. Ann. Appl. Biol. *24* : 475-493. 1937.

130.—Whatley, F. R.; Ordin, L., and Arnon, D. I.—Distribution of micronutrient metals in leaves and chloroplasts fragments. Plant Physiol. *26* : 414-418. 1951.

131.—Whetstone, R. R.; Robinson, W. O., and Byers, H. G.—Boron distribution in soils and related data. U. S. Depart. Agr. Bur. Plant Indus. Tech. Bul. 797. 1942.

132.—Whitehead, E. I., and Olson, O. E.—Factors affecting the nitrate content of plants. Proc. South. Dacota Acad. Sci. *21* : 67-72. 1941.

133.—Wittstein, A., und Apoiger, F.—Entdeckung der Borsaure im Pflanzenreiche. Ann. Chem. Pharm. *103* : 362-364. 1857.

El autor agradece la colaboración de los Dres. Hernán Villalobos, Jefe de la Sección de Forrajes de la División de Zootecnia, y José L. Núñez, Jefe de la Sección de Fertilidad de la División de Suelos, por el suministro del material usado en el presente trabajo.

NOTAS:

633.61 : 664.1 : 631.8

ASPERSIONES CON MIEL FINAL DE LA INDUSTRIA EN PLANTACIONES DE CAÑA DE AZUCAR Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO

INTRODUCCION:

En una de nuestras reuniones semanales, tenidas en la Estación Experimental de Occidente, en Yaritagua, a fines de 1951, se comentó un importante trabajo de C. E. HART [1], publicado en Hawaiian Planter's que trata sobre la síntesis de sacarosa por la caña de azúcar. En él se demuestra que la hoja de la caña de azúcar puede sintetizar sacarosa a partir de los azúcares reductores fructosa y levulosa.

Por otra parte, los experimentos realizados en Hawaii para la fertilización aérea de la caña de azúcar nos hizo pensar en la posibilidad de usar conjuntamente sustancias ricas en glucosa y fertilizantes por vía aérea, como un medio para aumentar los rendimientos de sacarosa en caña.

Basados en estos antecedentes, hemos considerado que la miel final de la industria azucarera, cuya composición media se presenta en el Cuadro 1.podría constituir un material utilizable para ese objeto:

Los análisis espectrográficos de la miel final, realizados en Hawaii indican que este material es rico en K, Ca, Mg, Fe, Al, Si: contiene cantidades pequeñas de Mn y Na; y solamente trazas de Ti, P, Cr., Co., Cu., Rb., Sr., Mo., W., Ba.

EXPERIMENTACION:

Con el objeto de tener una información preliminar sobre la influencia de la aspersión de miel en los rendimientos de azúcar, hemos realizado un experimento preliminar cuyo resultado nos parece tan promisorio, que consideramos oportuno darlo a conocer en esta nota.

---

(1) HART, C. E.—The synthesis of sucrose in sugar-cane plant. The Hawaiian Planter's Record. *47*: 113-155-233. 1950.

Se utilizó un tablón de caña de azúcar de la variedad "M.L. 3-18". El suelo en que estaba este cultivo es arcilloso, no muy apto para esta variedad. Su rendimiento general bajo tal vez se explique por esta condición. El terreno fué dividido en dos secciones iguales de 20 surcos cada una.

CUADRO 1: *Composición media de la miel final de caña*

Componentes	%
Brix	89,16
Sacarosa	31,29
Pureza	35,09
Cenizas	11,86
Glucosa	23,51
K_2O	4,80
CaO	1,25
MgO	0,76
F_2O_3 - Al_2O_3	0,30
SiO_2	0,46
P_2O_5	0,15
As_2O_3	0,0002

El 28 de marzo de 1952 se hizo un análisis refractométrico de los cultivos de ambas secciones con el siguiente resultado:

Sección 1 — (Donde se aplicaría la miel) ..... Brix 16,18
" 2 — (testigo) ..... " 16,27

El 8 de mayo de 1952 se realizó un nuevo análisis que dió los siguientes valores:

Sección 1. — 14,98
" 2. — 14,18

El 17 de mayo de 1952 se practicó un análisis completo de muestras de ambas secciones, obteniéndose el siguiente resultado de Pol. % en caña:

Sección 1. — 7,47
" 2. — 7,12

Como podrá observarse, esta caña de 12 meses de edad, presentaba en las dos secciones de terreno, porcentajes aproximadamente iguales de sacarosa.

Seguidamente a la Sección 1, se le dió una aspersión de miel final a razón de Kgs. 100 por hectárea, disuelta en agua. A los 30 días de haber hecho la aspersión se tomaron dos muestras de caña de cada uno de los surcos de cada Sección. El análisis dió el resultado consignado en el Cuadro 2.

CUADRO 2: *Contenido en azúcar del cultivo asperjado con miel final y del testigo*

	Brix	Pol %	Pureza	Pol % Caña
Sección 1 (miel)*	15,42	12,27	72,97	9,45
Sección 2 (testigo)*	14,01	10,03	66,05	7,33

* = media de 10 muestras.

Calculado t para el Pol% en caña nos dió: $t = 3{,}981.$ $P < 0{,}01.$

Es decir, hay diferencia *altamente significativa* entre las dos series.

Aplicando a los datos presentados en el Cuadro 2 la fórmula internacional de WINTER y CARP para rendimiento probable en azúcar de 96° —y con una eficiencia de factoría de 100— tendríamos para la sección tratada y el testigo los siguientes rendimientos en azúcar de 96 grados por ciento de caña:

Sección 1. — (miel) 8.45
" 2. — (testigo) 6.10

Actualmente estamos conduciendo nuevos experimentos para determinar la validez de estos resultados preliminares. En efecto nos queda la duda de que el excepcional aumento obtenido se deba no a la sola influencia del aporte de azúcares, sino tal vez a otros elementos minerales como el K que podrían haber estado en deficiencia en ese suelo particular.

La diferencia de 2,35% de azúcar de 96° con un rendimiento promedio en el Valle del Turbio de 80 toneladas por hectárea se traduciría en un aumento del orden de 2 toneladas de azúcar por hectárea.

Tomando en cuenta estos resultados preliminares estamos conduciendo experimentos más completos, a objeto de determinar dosificaciones, frecuencias de aplicación y otros factores de interés agronómico.

Ingº Agrº FELIPE GÓMEZ ALVAREZ, e
" " ATAHUALPA TORRELLAS.
Estación Experimental de Occidente,
División de Caña de Azúcar.

GRAMINEA FORRAJERA NUEVA EN VENEZUELA, PARA LA INSTALACION DE POTREROS, *BRACHIARIA DECUMBENS.*

Entre las gramíneas introducidas por la Sección de Forrajes de la División de Zootecnia del I. N. A. para ensayar sus características forrajeras, la *Brachiaria decumbens* STAFT presenta cualidades que la hacen apreciable como forrajera de tierra caliente, especialmente para vacunos, de acuerdo con las pruebas hasta ahora realizadas. No existen otros antecedentes en el país sobre su ensayo cultural, pues ha sido introducida por primera vez en el campo experimental de la División de Zootecnia en la región de Aragua.

ORIGEN.—El material de trabajo proviene de una muestra constituída por pequeños trozos de cepas, traída de Trinidad en 1949. Esta gramínea es originaria del Africa Tropical. La planta que poseemos coincide con la descripción indicada en Flora Agrostológica del Congo Belga, Ruanda-Urundi, 1934, cuyo autor WALTER ROBYN la describe bajo el nombre de *Brachiaria Emini*, dando como sinónimos:

Brachiaria decumbens STAFT. In Prailn, Fl. Trop. Afric. 528. 1919.

Panicum Emini MEZ. In Engl. Jahrb XXXIV. 135.

En el Index Kewensis además de las referencias antedichas se cita a *Brachiaria Emini* en la forma siguiente: *Brachiaria Emini* (MEZ.) ROBYN in Bull. Jard. Bot. Brux. ix. 176. 1932.

CARACTERES BOTANICOS.—Perenne; tallos procumbentes en la base, con raíces en los nudos inferiores (véase Fig. 1-B), estriados, glabros o parcialmente hirsutos debajo de los nudos; vainas estriadas y finamente hirsutas; lígulas muy cortas y ciliadas; láminas lineal-lanceoladas hasta lineales, redondeadas en la base y afilándose en una punta fina en el ápice, nervadura mediana delgada y ligeramente pronunciada en la cara inferior, nervios laterales de 4 a 6 de cada lado de la nervadura mediana y muy finos. Inflorescencia formada por 2 a 5 ramas; raquis común que se prolonga más allá de la espiga superior en un apéndice aplanado de 2-4 mm. de largo, frecuentemente escabro en los bordes y algunas veces ciliado cerca de la inserción de las espigas.

Fig. 1: *Brachiaria decumbens;* A: inflorescencia; B: planta; C: cultivo experimental a medio pastoreo; D: el mismo cultivo al final del pastoreo.

Espiguillas unilaterales y biseriadas (véase Fig. 1-A), raquis aplanado en forma de cinta, ciliado en los bordes: glumas membranosas, desiguales; la inferior anchamente oval, sub-redondeada en el ápice, larga hasta 1/3 del largo de la espiguilla, con 9 nervios anastomosados en el ápice, glabra; la superior tan larga como la espiguilla, cortamente apiculada, con 5 nervios y ciliado-pubescente sobre todo en la parte superior y los cilios tuberculados en la base. Flósculo estéril con una lemma muy semejante a la gluma superior. Flósculo fértil oblongo, cortamente apiculado y de color pálido.

CUADRO 1: Fertilidad en *Brachiaria decumbens* basada en recuento de cariopses formado sobre un total de 1.000 espiguillas aproximadamente.

Inflorescencia Nº	+	—	% +
1	28	69	28
2	21	80	20
3	24	76	24
4	18	59	23
5	37	73	33
6	23	67	25
7	16	71	18
8	16	53	23
9	14	88	13
10	31	68	31
11	28	82	25
12	34	92	27
TOTAL:	290	878	24

\+ = espiguillas fértiles.
— = " estériles.

DATOS BIOLOGICOS Y CULTURALES.—Es una gramínea vivaz que se propaga vegetativamente por división de cepas y trozos de tallos debido a su poca fertilidad. Observaciones de granos de polen extraídos de muchas flores, y procedentes de distintas inflorescencias, permiten apreciar una esterilidad muy variable, que fluctúa desde un 50% a un 100%. El recuento de cariopses formados y de flores abortadas por inflorescencia muestra cierta variabilidad en la fertilidad de esta planta, como se puede ver en el Cuadro 1. El porcentaje total de cariopses formados es de 24%, aproximadamente.

La propagación vegetatitva tiene el inconveniente de que al principio las estacas se desarrollan muy lentamente, pero una vez que los trozos de cepas están bien arraigados el crecimiento es rápido y al poco tiempo los tallos decumbentes dan al cultivo un espesor de mts. 0,90 aproximadamente (véase Fig. 1-C). El período de mayor floración en Aragua es entre agosto y septiembre.

Esta forrajera, debido a su gran agresividad, se defiende muy bien de otras especies naturales, lo que hace difícil su asociación con leguminosas y otras gramíneas. Resiste sequías prolongadas y se recupera bien y rápidamente después de un pastoreo intenso, cuando se la provee de humedad suficiente. Produce un rendimiento de Kgs. 26.000 aproximadamente por hectárea y por corte.

SIEMBRA.—Las siembras experimentales se realizaron en el mes de agosto de 1950, considerándose que los meses de mayor precipitación son los más apropiados para el buen arraigue de las cepas y tallos. Se obtiene una buena densidad del cultivo sembrando los trozos de cepas a mts. 0,80 entre líneas y 0,40 entre plantas. Para sembrar una hectárea se requiere una cantidad de Kgs. 1.650 de trozos de cepas, aproximadamente.

CUADRO 2.: Composición química[1] de *B. decumbens* comparada con la de otras gramíneas forrajeras cultivadas en los mismos terrenos del campo experimental.

	B. decumbens %	*Melinis minutiflora* %	*Panicum maximum* %
Proteína total	4,14	6,30	3,56
Grasa	2,3	2,28	2,38
Fibra	30,1	29,9	28,0
Calcio	0,232	0,238	0,620
Fósforo (P_2O_5)	0,165	0,140	0,118
Cenizas	16,36	12,00	14,3

(1) En base seca.

COMPOSICION QUIMICA.—Las muestras destinadas al análisis fueron extraídas del lote de ensayo y los resultados pueden verse en el Cuadro 2. Fué efectuado durante la floración y revela bajo porcentaje de proteína bruta, satisfactorio contenido de grasas y fibra bruta, y elevado contenido de cenizas.

Comparando las cifras del cuadro sobre el contenido de calcio y fósforo de *Brachiaria* con la "Guinea" (*Panicum maximum*) y "pasto gordura" (*Melinis minutiflora*) encontramos que el contenido de calcio total de *Brachiaria* (0,232%) es casi igual al de *Melinis* (0,238%) e inferior a la "Guinea" (0.620%) y con respecto al fósforo total superior al "pasto gordura" y a la "Guinea". De los resultados del análisis con respecto al contenido mineral de *Brachiaria* se infiere que es deficiente en contenido de calcio y fósforo, requiriéndose un suplemento de sales fosfocálcicas en las raciones.

ENFERMEDADES Y PLAGAS.—Hasta el presente no se ha notado en el cultivo experimental ninguna plaga o enfermedad, señalándose solamente un ligero amarilleamiento en algunas secciones del cultivo, que se supone se deban al mal drenaje del suelo.

CONCLUSIONES.—Por su poder de ocupación, que le permite defenderse de las malezas, su resistencia a la sequía, su rápida recuperación después de pastoreada y su hábito perenne, la *Brachiaria decumbens* se presenta como una forrajera de porvenir para la fundación de potreros de pastoreo.

HUMBERTO ZERPA y
HERNÁN VILLALOBOS.
División de Zootecnia
I. N. A.

INFORMACION Y NOTICIAS

Sexto Congreso Internacional de Tierras de Pastoreo.—Entre el 17 y 23 de agosto del corriente año, se realizó en el Colegio del Estado de Pensilvania, Estados Unidos de Norte América, el Sexto Congreso Internacional de Tierras de Pastoreo.

En las reuniones se trataron distintos problemas relacionados con la genética y mejoramiento de pastos; manejo y administración de pastoreos y praderas; Ecología y Fisiología, Fertilización, Producción y distribución de semilla; conservación de Suelos, Cosecha y conservación, Alimentación, Técnica experimental, Administración y mejoramiento de los pastos naturales en los Trópicos.

De las conclusiones y recomendaciones sobre el capítulo relacionado con los pastos naturales de las regiones tropicales se hizo especial hincapié en el mejoramiento y manejo de las pasturas; en la necesidad de establecer una red de estaciones para el estudio y conservación de las praderas naturales y en darle énfasis al desarrollo de las leguminosas para pastoreo en tierras tropicales.

Para completar las actividades del Congreso se realizaron visitas a distintas regiones del país.

Como delegados oficiales de Venezuela asistieron el Ingº Agrº Humberto Zerpa y el Dr. Iván Darío Maldonado.

III Asamblea General de la Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza.—Durante el período comprendido entre el 3 y el 9 de septiembre se celebró en Caracas la Tercera Asamblea de la Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza. Asistieron delegados de varios países europeos y americanos principalmente. En las cinco sesiones técnicas celebradas fueron tratados someramente los siguientes temas: Aparente controversia entre agricultores y conservacionistas con respecto a las quemas; preservación de la fauna silvestre en regiones semi-áridas, con especial atención a ejemplos específicos en Centro y Sur América; la energía hidroeléctrica y la protección de la naturaleza y preservación de especies zoológicas y botánicas que son endémicas en pequeñas islas, sobre todo del Mar Caribe. El discurso

inaugural estuvo a cargo del Dr. Pedro J. Lara Peña, Ministro de Agricultura y Cría y el de clausura a cargo del Dr. Luis Emilio Gómez Ruiz, Ministro de Relaciones Exteriores. La Delegación del I. N. A. estuvo constituída por los Ingenieros Agustín Dupuy, Salomón Horovitz, Francisco Fernández Yépez, Bruno Mazzani, Gino Malaguti y Luis J. Medina.

RESUMENES BIBLIOGRAFICOS

PAINTER. R. H.—Insect resistance in Crop plants.—New York. The Macmillan Co. 1951.—XI + 520 págs.—$ 8,50.

La obra del profesor R. H. PAINTER constituye el primer tratado de conjunto que se ha escrito sobre el tema, en el que se integran los dos campos de la entomología y la genética aplicadas a la creación de nuevas variedades de plantas resistentes al ataque de las plagas de insectos que las diezman.

En forma clara, el autor discute en los tres primeros capítulos los aspectos generales del problema, su relación con la entomología aplicada, posibilidades directas en la agricultura y los principios básicos de los mecanismos, causas y factores relacionados con la resistencia a insectos. En los capítulos IV a VII, cubre la resistencia en trigo, maíz, algodonero, sorgos y papas, tratando detalladamente los problemas particulares a cada cultivo y la resistencia a los diferentes insectos que los atacan, con especial referencia a las plagas de los Estados Unidos de Norte América.

El capítulo IX trata sobre los diversos problemas y métodos que se confrontan en la producción de variedades resistentes y bosqueja e indica los pasos a seguir en este tipo de investigación.

La obra trae, además de la bibliografía para cada tema tratado, un suplemento bibliográfico extenso que la hace de gran utilidad para toda persona interesada en este importante aspecto de la ciencia.

FRANCISCO FERNÁNDEZ YÉPEZ.

GARCÍA-LLAURADÓ, J.—1952.—Importancia del sodio y del Potasio en Patología: Dificultades de su determinación por métodos químicos. Medicina Clínica, Tomo XVIII, Nº 6, pp. 405-409.

Por la gran similitud que existe entre los procedimientos usados en los análisis clínicos y determinaciones de suelos nos obligan a destacar la importancia del presente trabajo.

El autor discute los distintos procedimientos usados para la determinación

de sodio y potasio, por métodos gravimétricos, volumétricos y colorimétricos, señalando las dificultades que presentan los mismos.

Anuncia para un próximo trabajo resultados obtenidos con el fotómetro de llama.

Enriquece el autor el trabajo con una amplia recopilación bibliográfica sobre métodos de análisis.

Luis Mª de Eleizalde.

FICHAS BIBLIOGRAFICAS

581 . 142 : 631 . 41 : 631 . 432

AYERS, A. D.—Seed germination as affected by soil moisture and salinity. Agronomy Journal 44 : 82-83. 1952.

633 . 61 : 631 . 8

BEAUCHAMP, C. E.—Absorción de nutrientes por la caña y su relación con el suelo y con los abonos. Instituto Cubano de Suelos y Abonos. Inform. Técn. 61 : 1.180-1.210. July 1951. [Bibliography of Agriculture 16, Nº 1. January 1952. pág. 56].

633 . 15 : 631 . 7 : 631 . 173

BITTINGER, M. W., and R. K. FREVERT.—Labor requirements for sprinkler irrigation of corn. Agr. Eng. 33 : 271-272. 1952.

631 . 41 : 631 . 0913 (729 . 5)

BONNET, J. A.; M. A. LUGO-LÓPEZ and F. ABRUÑA.—Cation exchange capacity of some tropical soils of Puerto Rico. Journ. Agr. Univ. Puerto Rico XXXV: 49-56, 1951.

633 . 491 : 631 . 8

BOOK, O J. e J. B. DE CASTRO.—Efeito do nitrogenio, fosforo e potassio na adubacao da batatinha (*Solanum tuberosum* L.). Bragantia Vol 10 : 221-234. 1950.

633 . 492 : 631 . 524

BOOK, O. J., e J. E. PAIVA NETÓ.—Productividade e composição mineral de diferentes variedades de batatinha. Bragantia Vol. 10 : 161-176. 1950.

633 . 74 : 581 . 4

BROOKS, ERWIN R., and ARTHUR I. GUARD.—Vegetative Anatomy of *Theobroma cacao*.—Bot. Gaz. 113 : 444-454. 1952.

633 . 15 : 581 . 01/07 (42)

BUNTING, E. S., and BLACKMAN, G. E.—An assessment of the factors controlling the productivity of maize in England. The Journal of Agricultural Science. 41 : 271-281. 1951.

634 . 771 : 632 . 4

CARDEÑOSA, B. RICARDO.—Investigaciones sobre la "Rayadilla" del plátano. (*Musa* sp.) en Colombia. Acta Agronómica II: 1-21. 1952.

633 . 73 : 581 . 162 . 3

CARVALHO, A., e C. A. KRUG.—Agentes de polinização da flor do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Bragantia Vol. 9: 11-24. 1949.

633 . 15 : 631 . 8 (42)

CASTLE, M. E.; FOOT, A. S., and ROWLAND, S. J.—American hybrid maize for silage in the south of England. Part. I. The Yield and composition with special reference to plant population and nitrogenus fertilizer. The Journal of Agricultural Science. 41 : 282-287. 1951.

631 . 41 : —.42

CATANI, R. A., e J. E. DE PAIVA NETO.—Dosagem do potassio e sodio pelo "fotometro de chama". Sua aplicação em analise de solo. Bragantia Vol. 9 : 175-184. 1949.

631 . 42 (814 . 1)

CATANI, R. A., e J. E. DE PAIVA NETO.—O método "Neubauer" aplicado ao estudo do potassio nos solos do Estado de Sao Paulo. Bragantia Vol. 10 : 27-32. 1950.

633 . 74 : 631 . 5

CHAMORRO, M. ROSENDO.—Contribución al problema del sombrío en cacao. Acta Agronómica II: 23-48. 1952.

631 . 874 : 631 . 0913

CHEVALIER, A.—Plantes de couverture pour pays tropicaux. Rev. Internatl. de Bot. Appl. d'Agr. Trop. 31 : 272-275. May-June 1951. [Bibliography of Agriculture 16, Nº 1. January 1952, pág. 56].

631 . 41

DAVIS, L. E.—Report on hydrogen-ion concentration of soils. Ass. Offic. Agr. Chem. J. *34*: 995-7 [Agricultural Index *37* (3) 1951].

582 . 287 . 238 (729 . 87) (87)

DENNIS, R. W. G.—Some Agaricaceae of Trinidad and Venezuela, Leucosporae: Part. I. Trans. Brit. mycol. Soc., 34,4, pp. 411-482,5 col. pl., 61 figs., 2 maps., 1951.

631 . 445 . 7 : 631 . 452.

DEMOLON, A.; AUBERT, G.—1952.—Sur la capacité de production des sols en Afrique équatoriale et tropicale. C. R. Academie Science. 234 : 689-692. [Soils and Fertilizers XV (3) 1952].

633 . 4 : 631.432 : 581 . 19

EDEN, A.; ALDERMAN, G.; BAKER, C. J. L.; NICHOLSON, H. H., and FIRTH, D. H.—The effect of ground water-level upon productivity and composition of fenland grass. (With Plate 20 and Two Text-figures). The Journal of Agricultural Science 41 : 191-202. 1951.

631 . 4 : 631 . 0913

Ellis, B. S.—1952.—Genesis of a tropical red soil. Journal Soil Science 3: 52-62. [Soils and Fertilizers XV (3) 1952].

633 . 73 : 631 . 45

Franco, C. M. e H. C. Mendes.—Sintomas de deficiencias minerais no cafeiro. Bragantia Vol. 9: 165-174. 1949.

633 . 73 : 581 . 116 . 1 : 631 . 5

Franco; Coaraci, M., e Romeu Inforzato.—Quantidade de agua transpirada pelo cafeeiro cultivado ao sol. Bragantia Vol. 10 : 247-258. 1950.

631 . 432/3

Free, George R.—Soil movement by raindrops. Agr. Eng. 33 : 491-494-496. 1952.

633 . 18 : 581 . 43

Germek, Emilio B.; Romeu Inforzato e Coaraci M. Franco.—Estudo do sistema radicular do arroz. Bragantia Vol. 10 : 89-92. 1950.

631 . 45 : 633 . 51

Grohmann, F. e R. A. Catani.—O empobrecimiento causado pela erosao e pela cultura algodoeira no solo do arenito Bauru. Bragantia Vol. 9: 125-132. 1949.

631 . 4 (729)

Hardy, F.—Soil productivity in the British Caribbean Region. Tropical Agriculture XXVIII: 3-25. 1951.

631 . 41 - . 42

Hassan, M. N., and Roy Overstreet.—Elongation of seedlings as a biological test of alkali soils: I. Effects of ions on elongation. Soil Science *73* : 315-326.

633/5 : 581 . 133

Homes, M. V. L.—L'Alimentation minerale des plantes cultivees. Cong. Internatl. des Indust. Agr. (Rap.) 8 (2): 247-254. 1950. [Bibliography of Agriculture 16, Nº 1. January 1952, pág. 56].

633 . 61 : 632

Ingram, J. W. and others.—Pests of sugar-cane and their control U. S. D. A. Circular 878. August 1951. [Bibliography of Agriculture 16, Nº 1. January 1952. pág. 235].

631 . 7 (71)

Jacobson, W. L.—Sprinkler Irrigation research in Canada. Agr. Eng. 33 : 497-498-500. 1952.

632 . 58—.95 (87)

Johnson, Frederick S.—Informe sobre investigaciones preliminares para el

control químico de las malas hierbas en Venezuela, 1951. Publicación Nº 2. Instituto IBEC de Investigaciones Técnicas. Caracas.

633.61 : 664.1 (729.1) (72) (73) (969)

LONG, B. E.—Progreso en la industria azucarera de Cuba, Florida, Louisiana, Hawaii y México. IV. Acta Agronómica II. 49-52. 1952.

631.432 : 631.0913

LUGO-LÓPEZ, M. A.—Functional relationships between moisture at several equilibrium points and the clay content of tropical soils. Journ. Agr. Univ. Puerto Rico XXXV. (57-65). 1951.

633/5 : 631.46 : 576.8

MCCALLA, T. M., and T. H. GOODING.—Microorganisms and their effects on crops and soils. Neb. Agr. Exp. Circ. 90: 1-16. [Agricultural Index 37 (3) 1951].

631.434 : 631.88

MONSANTO CHEMICAL COMPANY.—1951.—Technical background. Information on Krilium. Monsanto Chemical Co. pp. 26. (Mimeo.) [Soil and Fertilizers XV. (3) 1952].

633.18 : 632.58 : 632.94

NAUNDORF, GERARD.—Lucha contra el arroz rojo con derivados de 2-4-D mediante avionetas de fumigación. Acta Agronómica II: 151-159. 1952.

633.682 : 631.5

NORMANHA, EDGAR S., e ARAKEN SOARES PEREIRA.—Aspectos agronómicos da cultura da mandioca (*Manihot utilissima* POHL). Bragantia Vol. 10: 179-202. 1950.

633.34 : 631.8472

POSADA BORRERO, ALVARO.—Contribución a la inoculación bacteriana de semillas de soya. Acta Agronómica II: 53-72. 1952.

631.43 (729.5)

SMITH, R. M., and C. F. CERNUDA.—Some characteristics of the macrostructure of tropical soils in Puerto Rico. Soil Science *73* : 183. 1942. 1952.

581.9 (87)

STEYERMARK, J. A. and others.—Contributions to the Flora of Venezuela. [Agricultural Index *37* (3). 1951].

633.34 : 581.035.2

VALENCIA P., HUMBERTO.—Contribución al estudio de problemas fotoperiódicos de la soya. Acta Agronómica II: 163-182. 1952.